

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

Hideyuki MIYATA et al.

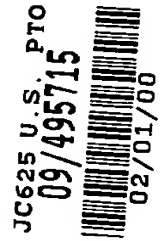
Group Art Unit:

Serial No.:

Examiner:

Filed: February 1, 2000

For: OPTICAL COMMUNICATION APPARATUS AND OPTICAL ADD/DROP  
APPARATUS



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR  
FOREIGN APPLICATION IN ACCORDANCE WITH  
THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)  
herewith a certified copy of the following foreign application(s):

Japanese Patent Application No. Hei11-41177  
Filed: February 19, 1999

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing  
date, as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements  
of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,  
STAAS & HALSEY LLP

Date: February 1, 2000

By: \_\_\_\_\_

  
H. J. Staas  
Registration No. 22,010

700 Eleventh Street, N.W.  
Suite 500  
Washington, D.C. 20001  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC625 U.S. PTO  
09/495715  
02/01/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 2月19日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第041177号

出 願 人  
Applicant (s):

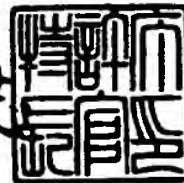
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1999年 8月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3057548

【書類名】 特許願

【整理番号】 9804096

【提出日】 平成11年 2月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04J 14/00  
G02F 1/01

【発明の名称】 光通信装置および光分岐・挿入装置

【請求項の数】 16

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 宮田 英之

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 尾中 寛

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100072718

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 古谷 史旺

    【電話番号】 3343-2901

【選任した代理人】

    【識別番号】 100075591

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴木 榮祐

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704947

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信装置および光分岐・挿入装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力ポートに入力する入力光を 2 つに分岐する第 1 の光分岐手段と、

前記第 1 の光分岐手段から出力される第 1 の分岐入力光を送出すべき変調信号に応じて変調する光変調手段と、

前記第 1 の光分岐手段から出力される第 2 の分岐入力光の光強度を検出する光検出手段と、

前記光変調手段から出力される被変調光信号を 2 つに分岐するとともに、分岐した第 1 の分岐光信号を出力ポートに出力する第 2 の光分岐手段と、

前記第 2 の光分岐手段から出力される第 2 の分岐光信号に応じて前記光変調手段を制御する動作点制御手段と、

前記光検出手段によって検出される前記光強度に応じて前記動作点制御手段を制御する制御手段とからなること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 2】 入力ポートに入力する入力光を送出すべき変調信号に応じて変調する光変調手段と、

前記光変調手段から出力される被変調光信号を 3 つに分岐するとともに、分岐した第 1 の分岐光信号を前記出力ポートに出力する光分岐手段と、

前記光分岐手段から出力される第 2 の分岐光信号の光強度を検出する光検出手段と、

前記光分岐手段から出力される第 3 の分岐光信号に応じて前記光変調手段を制御する動作点制御手段と、

前記光検出手段によって検出される前記光強度に応じて前記動作点制御手段を制御する制御手段とからなること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光通信装置において、前記制御手段は、前記光検出手段により検出された前記光強度に応じ前記動作

点制御手段の前記動作点を、制御範囲における所定の値になるように制御すること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 4】 入力ポートに入力する入力光を送出すべき変調信号に応じて変調する光変調手段と、

前記光変調手段から出力される被変調光信号を 2 つに分岐するとともに、分岐した第 1 の分岐光信号を前記出力ポートに出力する光分岐手段と、

前記光分岐手段から出力される第 2 の分岐光信号に応じて前記光変調手段を制御する動作点制御手段と、

前記変調信号の信号強度を検出する変調信号検出手段と、

前記変調信号検出手段によって検出する前記信号強度に応じて前記動作点制御手段を制御する制御手段とからなること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光通信装置において、

前記制御手段は、前記変調信号検出手段により検出された前記信号強度に応じ前記動作点制御手段の前記動作点を、制御範囲における所定の値になるように制御すること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 6】 入力する光を送出すべき変調信号に応じて変調する光変調手段と、

入力する光を透過または減衰する光減衰手段と、

入力する光を 2 つに分岐する光分岐手段と、

前記光分岐手段から出力される第 2 の分岐入力光の光強度を検出する光検出手段と、

前記光検出手段によって検出される前記光強度に応じて前記光減衰手段を制御する減衰量制御手段とを備え、

前記光分岐手段から出力された第 1 の分岐入力光は、前記光減衰手段と前記光変調手段とを介して出力ポートに出力される場合、または、前記光変調手段と前記光減衰手段とを介して前記出力ポートに出力される場合のいずれか一方の場合

であること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 7】 入力ポートに入力する入力光を 2 つに分岐する光分岐手段と

前記光分岐手段から出力される第 1 の分岐入力光を送出すべき変調信号に応じて変調するとともに、変調した光信号を出力ポートに出力する光変調手段と、

前記光分岐手段から出力される第 2 の分岐入力光の光強度を検出する光検出手段と、

前記光検出手段によって検出される前記光強度に応じて前記光変調手段を制御する変調制御手段とからなること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 8】 入力する光を送出すべき変調信号に応じて変調する光変調手段と、

入力する光を透過、減衰または遮断する光減衰手段と、

前記変調信号の信号強度を検出する変調信号検出手段と、

前記変調信号検出手段によって検出される前記信号強度に応じて前記光減衰手段を制御する減衰量制御手段とを備え、

入力ポートに入力する入力光は、前記光減衰手段と前記光変調手段とを介して出力ポートに出力される場合、または、前記光変調手段と前記光減衰手段とを介して前記出力ポートに出力される場合のいずれか一方の場合であること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 9】 入力ポートに入力する入力光を送出すべき変調信号に応じて変調するとともに、変調した光信号を前記出力ポートに出力する光変調手段と、

前記変調信号の信号強度を検出する変調信号検出手段と、

前記変調信号検出手段により検出された前記変調信号強度に応じて前記光変調手段を制御する変調制御手段とからなること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 10】 請求項 1、2、4 のいずれか 1 項に記載の光通信装置において、

入力する光の強度に応じてその光を透過または減衰する光減衰手段を前記光変調手段の入力または出力に挿入すること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 11】 請求項 1、2、4 のいずれか 1 項に記載の光通信装置において、

前記光変調手段は、前記変調信号の信号強度または入力する光強度に応じて制御されること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 12】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光通信装置において、

前記変調信号の信号強度を検出する変調信号検出手段と、

前記第 1 の光分岐手段と前記光変調手段との間または前記光変調手段と前記第 2 の光分岐手段との間のいずれかに接続されるとともに、入力する光を透過または減衰する光減衰手段と、

前記変調信号検出手段により検出された前記信号強度に応じて前記光減衰手段を制御する減衰量制御手段とをさらに備えること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 13】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光通信装置において、

前記変調信号の信号強度を検出する変調信号検出手段と、

前記変調信号検出手段によって検出される前記信号強度に応じて前記光変調器を制御する変調制御手段とをさらに備え、

前記光変調手段は、前記変調信号検出手段によって検出する前記信号強度に応じて制御されること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 14】 請求項 12 に記載の光通信装置において、

前記減衰量制御手段は、前記光検出手段によって検出された前記光強度および前記変調信号検出手段によって検出した前記信号強度に応じて制御されること

を特徴とする光通信装置。

【請求項 15】 請求項 13 に記載の光通信装置において、

前記光変調手段は、前記光検出手段によって検出された前記光強度および前記



変調信号検出手段によって検出した前記信号強度に応じて制御されることを特徴とする光通信装置。

【請求項 16】 波長多重した光信号を伝送する伝送路に接続され、該伝送路上の光信号に対して少なくとも 1 つの波長の光信号を分岐および挿入可能な分岐・挿入手段と、該分岐・挿入手段で分岐された光信号を波長ごとに受信処理する光波長分岐手段と、前記伝送路上の光信号に挿入する挿入光を前記分岐・挿入手段に出力する光挿入手段と、を備えた光分岐・挿入装置において、

前記光挿入手段は、

請求項 1、2、4、6、7、8、9 のいずれか 1 項に記載の光通信装置であること

を特徴とする光分岐・挿入装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重された信号光を伝送する光通信装置において、入力する光または送出すべき変調信号の有無に拘わらずその動作を安定させる光通信装置およびこの光通信装置を挿入装置として使用する光分岐・挿入装置に関する。

将来のマルチメディアネットワークの構築を目指し、超長距離でかつ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化を実現する方式として、波長分割多重 (Wavelength-division Multiplexing) 方式が、光ファイバの広帯域・大容量性を有効利用できるなどの有利な点から鋭意研究が行われている。

特に、光波ネットワーク上の各ノードで必要となる波長分割多重方式の光分岐・挿入装置やこの光分岐・挿入装置の挿入部で使用される光変調器について、研究が進められている。

【0002】

【従来の技術】

従来の光通信装置の光変調器として使用されるマッハツェンダー型の光変調器 (以下「MZ 変調器」と略記する) は、温度変動および経時変化に対して出力される光信号の安定化が必要である。そのため MZ 変調器の動作点を制御する動作

点制御回路が特開平 3-251815 号公報に開示されている。

【0003】

図 20 は、この従来の動作点制御回路を備えた MZ 変調器のブロック図である。

図 20 において、レーザダイオード（以下、「LD」と略記する。）などの光源 310 から射出された光は、MZ 変調器 311 に入射される。また、送出したい情報を含んだ変調信号および低周波発振器 324 が出力する所定周波数  $f_0$  の低周波信号は、可変利得アンプ 313 に入力される。この可変利得アンプ 313 は、その変調信号に所定周波数  $f_0$  の低周波信号を重畳して出力する。この出力信号は、所定の信号レベルを得るアンプ 314、さらにカップリングコンデンサ 315 を介して MZ 変調器 311 の一方の変調入力端子に入力される。また、MZ 変調器 311 の他方の変調入力端子には、インダクタ 316 およびコンデンサ 317 によるバイアス T 回路および抵抗 318 が接続される。これらアンプ 314 とカップリングコンデンサ 315 とバイアス T 回路と抵抗 318 とからなる部分は、MZ 変調器 311 の駆動回路に相当する。

【0004】

MZ 変調器 311 は、この駆動回路から与えられる信号により光源 310 の光を変調して出力する。

MZ 変調器 311 からの光出力の一部は、光分岐器 312 によって分岐して取り出される。この分岐した光出力は、フォトダイオード（以下、「PD」と略記する。）などの光電変換器 319 で検出され、この検出信号は、 $f_0$  の周波数成分を選択増幅するバッファアンプ 320 で増幅されて乗算器 321 に入力する。また、乗算器 321 には、低周波発振器 324 が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ 320 からの入力信号と低周波発振器 324 からの低周波信号との位相を比較し、その位相差に応じた信号を出力する。

【0005】

したがって、この乗算器 321 によって、可変利得アンプ 313 で重畳された所定周波数  $f_0$  の低周波信号を検波することができる。

この乗算器 321 の出力信号は、所定周波数  $f_0$  以下の周波数を通過させる低

域通過フィルタ（以下、「LPF」と略記する。）322を介して差動アンプ323の一方の入力端子に入力される。一方、差動アンプ323の他方の入力端子は、接地される。また、差動アンプ323の出力は、MZ変調器311の動作点を移動するための誤差信号としてバイアスT回路のインダクタ316に入力され、この動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

## 【0006】

このような構成のMZ変調器において、バイアス値が最適の場合は、出力光には重畳した周波数 $f_0$ の低周波信号は、現れない。

図21は、このような回路構成のMZ変調器において、動作点にドリフトが生じた場合の動作を説明するための波形図である。図21(a)は、MZ変調器の入出力特性を表し、同図の曲線Bは、曲線Aに対し動作点が高電圧側にドリフトした場合の入出力特性であり、同図の曲線Cは、曲線Aに対し動作点が低電圧側にドリフトした場合の入出力特性である。また、図21(b)は、入力信号の波形であり、図21(c)、(c1)、(c2)は、各入出力特性に対する出力光信号の波形である。

## 【0007】

図21に示すように、動作点が高電圧側または低電圧側にドリフトした場合は、出力光に重畳した周波数 $f_0$ の低周波信号が、ドリフト方向の相違に応じて位相を180度反転して現れる。このため乗算器321からの信号によってバイアス電圧を制御することができるから、動作点のドリフトを補償することができる。

## 【0008】

このように、動作点のドリフトは、入力光を変調信号および低周波信号で変調した出力光から低周波信号を取り出して元の低周波信号と位相を比較することによって補償される。したがって、このような動作点制御回路は、入力光（出力光）および変調信号が存在する場合に安定に動作点を制御することができる。

一方、図22は、従来の光分岐・挿入装置のブロック図である。

## 【0009】

図22において、光伝送路を伝わる波長多重された信号光は、所定の光強度ま

で増幅された後に、この波長多重信号光を分岐・挿入するOADM (Optical Add-Drop Multiplexer) ノード部 350 に入射される。このOADMノード部 350 によって所定の波長の信号光が分岐して、光カプラ 351 を介して分岐する信号光の数の光分岐部 352 によって受信処理される。また、OADMノード部 350 で挿入される信号光は、光挿入部 355 によって発生する。この光挿入部 355 は、OADMノード部 350 において挿入すべき信号光の数だけ波長ごとに用意されている。この挿入される信号光とOADMノード部 350 で分岐しないで透過した信号光とは、波長多重され、増幅された後に光伝送路に送出される。

#### 【0010】

この光分岐・挿入装置の光挿入部 355 において、特定波長の光を発生する LD 360 からの光は、光アンプ 361 で増幅され、光アンプ 361 の出力光は、上述の動作点制御回路を備えた光変調器 362 によって変調される。変調された光信号は、光アンプ 363 によって増幅され、光カプラ 354 に入射する。この光カプラ 354 は、他の波長の同様の構成によって発生した光信号とともにOADMノード部 350 に挿入する。

#### 【0011】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、図 20 に示すMZ変調器 311 において、MZ変調器 311 に入射される入力光が一時的に無くなって再び回復する瞬断の場合には、次のような状態が生じる。

入力光が無くなると光分岐器 312 によって分岐する光出力が無くなるため、動作点は、不定状態となる。すなわち、図 21 (b) において、バイアス電圧  $V_b$  が、① 0 以下の電圧である場合、② 0 より大きく  $V_p$  より小さい電圧である場合、③  $V_p$  以上の電圧である場合のいずれの電圧であるか判らない状態となる。

#### 【0012】

このような不定状態のときに、入力光が回復すると、バイアスT回路の動作により、②の場合には最適な動作点になるが、①の場合には  $V_b$  は 0 に、③の場合には  $V_b$  は  $V_p$  に張り付いてしまい、最適な動作点になることができない。

このため、MZ変調器 311 に入射される入力光が瞬断した場合には、必ずし

も最適な動作点を得ることができないという問題点がある。

【0013】

従来においては、MZ変調器311は、端局などに使用され入力光が瞬断するという場合はなかったため、問題とならなかった。しかし、MZ変調器311を図22に示す光分岐・挿入装置の光挿入部355として使用する場合には、光伝送路を伝送する波長多重信号の中で使用されていない波長に挿入する光の波長を切り換える必要があることから、その波長の切換の間に必ず入力光が無くなる状態が生じる。このため、上記の問題点は、特に重大である。

【0014】

一方、図22に示す光分岐・挿入装置において、光変調器362に入力光がない場合には、光アンプ361、363によって自然的に発生する雑音レベルであるASE (Amplified Spontaneous Emission) が光伝送路に送出されるという問題点がある。また、光挿入部355において常に挿入すべき変調信号があるわけではない。このような変調信号がない場合には、ASEだけでなく変調信号によって変調されない入力光が光伝送路に送出されてしまうという問題点がある。

【0015】

さらに、光通信ネットワークでは、光強度の有無によって光通信ネットワークの故障評定を行うことから、上述のASEおよび変調信号によって変調されない入力光が光伝送路に送出されると故障評定を行うことができないという問題点がある。

そこで、請求項1ないし請求項5に記載の発明では、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、光変調手段の動作点を安定に維持する光通信装置を提供することを目的とする。

【0016】

請求項6ないし請求項9に記載の発明では、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、ASEおよび変調信号によって変調されていない入力光を出力しない光通信装置を提供することを目的とする。

請求項10ないし請求項15に記載の光通信装置では、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、光変調手段の動作点を安定に維持すると

ともに、ASEおよび変調信号によって変調されていない入力光を出力しない光通信装置を提供することを目的とする。

【0017】

請求項16に記載の光分岐・挿入装置では、使用されていない挿入装置がある場合でも、その挿入装置における光変調手段の動作点を安定に維持するとともに、その挿入装置からASEおよび変調信号によって変調されていない入力光が挿入されない光分岐・挿入装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

以下、図面を用いて課題を解決するための手段を説明する。

【0019】

(請求項1および請求項3)

図1は、請求項1、請求項3に記載の光通信装置のブロック図である。

図1において、この光通信装置は、光分岐手段10、12と光変調手段11と動作点制御手段13と制御手段14と光検出手段15とから構成される。

入力ポートに入力した入力光は、光を2つに分岐する光分岐手段10によって分岐する。この光分岐手段10によって分岐した第1の分岐入力光は、光変調手段11によって送出すべき変調信号に応じて変調される。この光変調手段11からの被変調光信号は、光を2つに分岐する光分岐手段12によって分岐する。

【0020】

この光分岐手段12によって分岐した第1の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段12によって分岐した第2の分岐光信号は、光変調手段11の動作点を制御する動作点制御手段13に入射する。

動作点制御手段13は、光変調手段11から出力される光信号の一部が入射する場合に光変調手段11の動作点を最適に維持することができる。

【0021】

一方、光分岐手段10によって分岐した第2の分岐入力光は、光検出手段15によって光強度が検出され、光検出手段15は、その光強度に応じた信号を出力する。例えば、光検出手段15は、光強度が所定の値以下になった場合に信号を

出力する。あるいは、光検出手段 15 は、光強度が 0 になった場合に信号を出力する。この光強度に応じた信号は、動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持することができるように動作点制御手段 13 の動作を制御する制御手段 14 に入力される。

【0022】

制御手段 14 は、光検出手段 15 から信号を受信すると動作点制御手段 13 の作動を止める制御を行う。あるいは、作点制御手段 13 が動作点を一定の範囲内に維持するように制御を行う。

このように光検出手段 15 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、制御手段 14 は、光検出手段 15 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

【0023】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 15 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

(請求項 2 および請求項 3)

図 2 は、請求項 2、請求項 3 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0024】

なお、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

図 2 において、この光通信装置は、光変調手段 11 と光分岐手段 21 と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 23 とから構成される。

入力ポートに入力した入力光は、光変調手段 11 によって変調される。この被変調光信号は、光を 3 つに分岐する光分岐手段 21 によって分岐される。

【0025】

この光分岐手段 21 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 21 によって分岐された第 2 の分岐光信号は、動作点

制御手段 1 3 に入射する。

【0 0 2 6】

一方、被変調光信号の光分岐手段 2 1 によって分岐した第 3 の分岐入力光は、光検出手段 2 3 によって光強度が検出され、光検出手段 2 3 は、その光強度に応じた信号を出力する。例えば、光検出手段 2 3 は、被変調光信号の光強度が所定の値以下になった場合に信号を出力する。あるいは、光検出手段 2 3 は、その光強度が 0 になった場合に信号を出力する。この光強度に応じた信号は、制御手段 1 4 に入力される。

【0 0 2 7】

このように入力光が所定の光強度以下の場合には、光変調手段 1 1 から出力される被変調光信号も所定の光強度以下となる。このため、光検出手段 2 3 により被変調光信号の光強度を検出することによって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。よって、制御手段 1 4 は、光検出手段 2 3 の出力に応じて動作点制御手段 1 3 が動作点を安定に維持するように制御することができる。したがって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

【0 0 2 8】

もちろん、光変調手段 1 1 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 2 3 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 1 3 は、光分岐手段 2 1 を介して入射する光変調手段 1 1 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

(請求項 4 および請求項 5)

図 3 は、請求項 4、請求項 5 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0 0 2 9】

なお、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

図 3 において、この光通信装置は、光変調手段 1 1 と光分岐手段 1 2 と動作点制御手段 1 3 と制御手段 2 5 と変調信号検出手段 2 6 とから構成される。

入力ポートに入力した入力光は、光変調手段 1 1 によって変調され、この変調された被変調光信号は、光分岐手段 1 2 によって分岐する。



【0030】

この光分岐手段 12 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 21 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 13 に入射する。

一方、送出すべき変調信号は、光変調手段 11 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 26 にも入力される。この変調信号検出手段 26 は、変調信号の信号強度を検出し、その信号強度に応じた信号を出力する。例えば、変調信号検出手段 26 は、信号強度が所定の値以下になった場合に信号を出力する。あるいは、変調信号検出手段 26 は、信号強度が 0 になった場合に信号を出力する。この信号強度に応じた信号は、制御手段 25 に入力される。

【0031】

制御手段 25 は、変調信号検出手段 26 から信号を受信すると動作点制御手段 13 の作動を止める制御を行う。あるいは、作点制御手段 13 が動作点を一定の範囲内に維持するように制御を行う。

このように変調信号検出手段 26 によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。このため、変調信号が所定の信号強度以下の場合では、制御手段 25 は、変調信号検出手段 26 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では変調信号が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

【0032】

もちろん、通信したい情報があって送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、変調信号検出手段 26 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

(請求項 6)

図 4 は、請求項 6 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0033】

図 4 において、この光通信装置は、光分岐手段 10 と光変調手段 11 と光減衰

手段 3 1 と減衰量制御手段 3 2 と光検出手段 3 3 とから構成される。

なお、図 4 は、光分岐手段 1 0 から出力された第 1 の分岐入力光が、光減衰手段 3 1 と光変調手段 1 1 とを介して出力ポートに出力される構成を示す。一方、光変調手段 1 1 と光減衰手段 3 1 とを介して出力ポートに出力される構成は、同図において光減衰手段 3 1 を破線で示し、その説明を省略する。また、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

#### 【0034】

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 1 0 によって分岐する。この光分岐手段 1 0 によって分岐した第 1 の分岐入力光は、光減衰手段 3 1 を介して光変調手段 1 1 に入射し、これによって変調される。この光変調手段 1 1 からの変調された被変調光信号は、出力ポートに出力される。

光減衰手段 3 1 は、入力する入力光を透過または所定の光強度（0 を含む。）まで減衰して出力する。あるいは、光減衰手段 3 1 は、1 入力複数出力の光スイッチである。光減衰手段 3 1 が光スイッチの場合は、1 つの出力端子を光変調手段 1 1 に接続し、別の出力端子には何も接続しない。

#### 【0035】

一方、光分岐手段 1 0 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 3 3 によって光強度が検出され、光検出手段 3 3 は、その光強度に応じた信号を出力する。例えば、光検出手段 3 3 は、光強度が所定の値以下になった場合に信号を出力する。あるいは、光検出手段 3 3 は、光強度が 0 になった場合に信号を出力する。この光強度に応じた信号は、減衰量制御手段 3 2 に入力される。

#### 【0036】

減衰量制御手段 3 2 は、光減衰手段 3 1 の制御を行う。すなわち、減衰量制御手段 3 2 は、光検出手段 3 3 の信号に応じて光減衰手段 3 1 が入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。あるいは、減衰量制御手段 3 2 は、光減衰手段が光スイッチである場合には光検出手段 3 3 の信号に応じて入力光を何も接続していない出力端子にスイッチして送出する。

#### 【0037】

このように光検出手段 3 3 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを

検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、減衰量制御手段 3 2 は、光検出手段 3 3 の出力に応じて光減衰手段 3 1 を制御することによって入力光を所定の光強度まで減衰して光変調手段 1 1 に入力することができる。あるいは、光変調手段 1 1 に接続していない端子に送出することができる。よって、このような構成の光通信装置は、入力光がない場合に A S E を出力ポートに送出しない。

## 【0 0 3 8】

もちろん、光変調手段 1 1 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 3 3 から信号は、出力されない。このとき減衰量制御手段 3 2 は、光減衰手段 3 1 を入力光が透過するように、あるいは、光変調手段 1 1 に接続する端子にスイッチするように制御する。

(請求項 7)

図 5 は、請求項 7 に記載の光通信装置のブロック図である。

## 【0 0 3 9】

図 5 において、この光通信装置は、光分岐手段 1 0 と光変調手段 1 1 と光検出手段 3 3 と変調制御手段 3 5 とから構成される。

なお、請求項 1 または請求項 6 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 1 0 によって分岐する。この光分岐手段 1 0 によって分岐した第 1 の分岐入力光は、光変調手段 1 1 によって変調され、変調された被変調光信号は、出力ポートに出力される。

## 【0 0 4 0】

一方、光分岐手段 1 0 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 3 3 によって光強度が検出され、その光強度に応じた信号を出力する。この光強度に応じた信号は、変調制御手段 3 5 に入力する。

変調制御手段 3 5 は、光変調手段 1 1 の制御を行う。すなわち、変調制御手段 3 5 は、光変調手段を光検出手段 3 3 の信号に応じて入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。例えば、光変調手段 1 1 にエネルギーを供給しないことによって出力を無くすことができる。あるいは、MZ 変調器の場合には、MZ

変調器内における 2 つの光導波路に分岐した入力光の各位相をずらして 180 度の位相差を作ることによって出力を無くすることができる。あるいは、音響光学効果を利用した光変調手段の場合には、入力光の波長以外の波長を選択する RF 信号を印加することにより出力を無くすることができる。

#### 【0041】

このように光検出手段 33 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、変調制御手段 35 は、光検出手段 33 の出力に応じて光変調手段 11 を制御することによってその出力を無くすることができる。このため、このような構成の光通信装置は、入力光があって変調信号がない場合でも、ASE および変調信号によって変調されてない入力光を出力ポートに出力しない。

#### 【0042】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 33 から信号は、出力されない。このとき光変調手段 11 は、変調制御手段 35 から信号を受信しないから、変調手段として正常に作動する。

#### （請求項 8）

図 6 は、請求項 8 に記載の光通信装置のブロック図である。

#### 【0043】

図 6 において、この光通信装置は、光減衰手段 31 と光変調手段 11 と減衰量制御手段 41 と変調信号検出手段 42 とから構成される。

なお、図 6 は、入力ポートに入力する入力光が、光減衰手段 31 と光変調手段 11 とを介して出力ポートに出力される構成を示す。一方、光変調手段 11 と光減衰手段 31 とを介して出力ポートに出力される構成は、同図において光減衰手段 31 を破線で示し、その説明を省略する。

#### 【0044】

また、請求項 1 または請求項 6 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

入力ポートに入力した入力光は、光減衰手段 31 を介して光変調手段 11 に入射し、これによって変調される。この光変調手段 11 からの被変調光信号は、出

力ポートに出力される。

【0045】

一方、送出すべき変調信号は、光変調手段11に入力するだけでなく、変調信号検出手段42にも入力される。この変調信号検出手段42は、変調信号の信号強度を検出し、その信号強度に応じた信号を出力する。例えば、変調信号検出手段42は、信号強度が所定の値以下になった場合に信号を出力する。あるいは、変調信号検出手段42は、信号強度が0になった場合に信号を出力する。この信号強度に応じた信号は、減衰量制御手段41に入力される。

【0046】

減衰量制御手段41は、光減衰手段31の制御を行う。すなわち、減衰量制御手段41は、変調信号検出手段42の信号に応じて光減衰手段31が入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。あるいは、減衰量制御手段41は、光減衰手段31が光スイッチである場合には、光検出手段33の信号に応じて入力光を何も接続していない出力端子にスイッチして送出する。

【0047】

このように変調信号検出手段42によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。このため、変調信号が所定の信号強度以下の場合では、減衰量制御手段41は、変調信号検出手段42の出力に応じて減衰手段31を制御することによって入力光を光変調手段11に所定の光強度まで減衰して入力することができる。あるいは、光変調手段11に接続していない端子に送出することができる。よって、このような構成の光通信装置は、入力光がない場合にASEを出力ポートに送出しない。さらに、入力光があつて変調信号がない場合でも、ASEおよび変調信号によって変調されてない入力光を出力ポートに出力しない。

【0048】

もちろん、通信したい情報があつて送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、変調信号検出手段42から信号は、出力されない。このとき減衰量制御手段32は、光減衰手段31を入力光が透過するように、あるいは、光変調手段11に接続する端子にスイッチするように制御する。

(請求項 9)

図 7 は、請求項 9 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0 0 4 9】

図 7 において、この光通信装置は、光変調手段 1 1 と変調信号検出手段 4 2 と変調制御手段 4 5 とから構成される。

なお、請求項 1 または請求項 8 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

入力ポートに入力した入力光は、光変調手段 1 1 によって変調され、変調された変調光信号は、出力ポートに出力される。

【0 0 5 0】

一方、送出すべき変調信号は、光変調手段 1 1 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 4 2 にも入力される。この変調信号検出手段 4 2 は、その信号強度に応じた信号を出力し、その出力された信号は、変調制御手段 4 5 に入力される。

変調制御手段 4 5 は、光変調手段 1 1 の制御を行う。すなわち、変調制御手段 4 5 は、光変調手段を変調信号検出手段 4 2 の信号に応じて入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。例えば、光変調手段 1 1 にエネルギーを供給しないことによって出力を無くすることができる。あるいは、MZ 変調器の場合には、MZ 変調器内における 2 つの光導波路に分岐した入力光の各位相をずらして 1 8 0 度の位相差を作ることによって出力を無くすることができる。あるいは、音響光学効果を利用した光変調手段の場合には、入力光の波長以外の波長を選択する RF 信号を印加することにより出力を無くすることができる。

【0 0 5 1】

このように変調信号検出手段 4 2 によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。このため、変調信号が所定の信号強度以下の場合では、変調制御手段 4 5 は、光変調手段 1 1 を制御することによって出力を無くすることができる。このため、このような構成の光通信装置は、入力光があっても変調信号がない場合でも、ASE および変調信号によって変調されていない入力光を出力ポートに出力しない。

【0 0 5 2】

もちろん、通信したい情報があって送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、変調信号検出手段 42 から信号は、出力されない。このとき光変調手段 11 は、変調制御手段 45 から信号を受信しないから、変調手段として正常に作動する。

（請求項 10）

図 8 は、請求項 10 に関し、請求項 1 に光減衰手段を付設した光通信装置のブロック図である。なお、請求項 10 は、請求項 1、2、4 のいずれか 1 項に光減衰手段を光変調手段の入力または出力の一方に付設して構成するが、図 8 は、このうち請求 1 に光減衰手段を光変調手段の入力に付設した場合の光通信装置のブロック図である。

【0053】

以下、この場合の請求項 10 の構成について説明し、その他の場合については、その説明を省略する。また、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

図 8 において、この光通信装置は、光分岐手段 10、12 と光減衰手段 50 と光変調手段 11 と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 15 とから構成される。

【0054】

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 10 によって分岐し、この分岐した第 1 の分岐入力光は、光減衰手段 50 に入力する。この光減衰手段 50 からの出力光は、光変調手段 11 によって変調される。この変調された変調光信号は、光分岐手段 12 によって分岐する。この光分岐手段 12 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 12 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 13 に入射する。

【0055】

光減衰手段 50 は、入力する光の強度に応じて入力光を透過または所定の光強度（0 を含む。）まで減衰して出力する。あるいは、光減衰手段 50 は、1 入力複数出力の光スイッチである。光減衰手段 50 が光スイッチの場合は、1 つの出力端子を光変調手段 11 に接続し、別の出力端子には何も接続しない。

一方、光分岐手段 10 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 15 によって光強度が検出され、光検出手段 15 は、その光強度に応じた信号を出力する。この光強度に応じた信号は、制御手段 14 に入力される。

## 【0056】

このような光通信装置では、請求項 1 に記載の光通信装置と同様に動作するだけでなく、入力光がない場合に ASE を出力ポートに送出しない。

つまり、光減衰手段 50 は、入力光が所定の光強度以下であるか否かを判断して入力光を減衰する。このため、入力する光の強度が所定の光強度以下の場合には、入力光を所定の光強度まで減衰して出力する。あるいは、光減衰手段 50 が光スイッチの場合にあっては、入力する光の強度が所定の光強度以下の場合、入力光を何も接続していない出力端子にスイッチして送出する。よって、このような構成の光通信装置は、入力光がない場合に ASE を出力ポートに送出しない。

## 【0057】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光減衰手段 50 は、入力光を透過して出力する。あるいは、光減衰手段 50 が光スイッチの場合にあっては、光変調手段 11 に接続する端子にスイッチして送出する。

## (請求項 11)

図 9 は、請求項 11 に関し、請求項 1 の光変調手段を変調信号に応じて制御するようにした光通信装置のブロック図である。なお、請求項 11 は、請求項 1、2、4 のいずれか 1 項において光変調手段を変調信号に応じて制御するように光通信装置を構成するが、図 9 は、このうち請求項 1 の光変調手段を変調信号に応じて制御するようにした場合の光通信装置のブロック図である。

## 【0058】

以下、この場合の請求項 11 の構成について説明し、その他の場合については、その説明を省略する。また、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

図 9 において、この光通信装置は、光分岐手段 10、12 と光変調手段 55 と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 15 とから構成される。



## 【0 0 5 9】

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 1 0 によって分岐し、分岐した第 1 の分岐入力光は、光変調手段 5 5 によって送出すべき変調信号に応じて変調される。この光変調手段 5 5 からの変調された被変調光信号は、光を 2 つに分岐する光分岐手段 1 2 によって分岐する。

光変調手段 5 5 は、変調信号の信号強度または入力する光強度に応じて出力するか否かを制御する。

## 【0 0 6 0】

この光分岐手段 1 2 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 1 2 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 1 3 に入射する。

一方、光分岐手段 1 0 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 1 5 によって光強度が検出され、光検出手段 1 5 は、その光強度に応じた信号を出力する。この信号は、制御手段 1 4 に入力される。

## 【0 0 6 1】

このような光通信装置では、請求項 1 に記載の光通信装置と同様に動作するだけでなく、入力光がない場合に A S E を出力ポートに送出しない。

光変調手段 5 5 は、入力する入力光が所定の光強度以下であるか否かを判断する。または、変調信号の信号強度が所定の信号強度以下であるか否かを判断する。この結果、入力光が所定の光強度以下の場合や変調信号の信号強度が所定の信号強度以下の場合では、光変調手段 5 5 は、出力を無くす。例えば、光変調手段 5 5 にエネルギーを供給しないことによって出力を無くすことができる。あるいは、M Z 変調器の場合には、M Z 変調器内における 2 つの光導波路に分岐した入力光の各位相をずらして 1 8 0 度の位相差を作ることによって出力を無くすことができる。あるいは、音響光学効果を利用した光変調手段の場合には、入力光の波長以外の波長を選択する R F 信号を印加することにより出力を無くすことができる。このため、このような構成の光通信装置は、入力光があっても変調信号がない場合でも、A S E および変調信号によって変調されていない入力光を出力ポートに出力しない。

【0 0 6 2】

もちろん、光変調手段 5 5 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなるかまたは変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、光変調手段 5 5 は、変調手段として正常に作動する。

(請求項 1 2)

図 1 0 は、請求項 1 2 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0 0 6 3】

図 1 0 において、この光通信装置は、光分岐手段 1 0、1 2 と光変調手段 1 1 と動作点制御手段 1 3 と制御手段 1 4 と光検出手段 1 5 と光減衰手段 3 1 と減衰量制御手段 4 1 と変調信号検出手段 4 2 とから構成される。

なお、図 1 0 は、光検出手段 1 5 が入力光を検出し、光減衰手段 3 1 が光分岐手段 1 0 と光変調手段 1 1 との間に挿入される場合の構成を示す。一方、光検出手段 1 5 が出力光を検出する場合の構成は、同図において破線で図示する。また、光減衰手段 3 1 が、光変調手段 1 1 と光分岐手段 1 2 との間に接続される場合の構成は、同図において破線で図示する。そして、これらの場合については、その説明を省略する。

【0 0 6 4】

また、請求項 1 または請求項 8 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 1 0 によって分岐し、分岐した第 1 の分岐入力光は、光減衰手段 3 1 を介して光変調手段 1 1 に入射する。入射した光は、光変調手段 1 1 によって変調され、変調された被変調光信号は、光分岐手段 1 2 によって分岐する。

【0 0 6 5】

この光分岐手段 1 2 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 1 2 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 1 3 に入射する。

一方、光分岐手段 1 0 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 1 5 によって光強度が検出され、その光強度に応じた信号が出力される。この光強度

に応じた信号は、制御手段 14 に入力される。

【0066】

また、送出すべき変調信号は、光変調手段 11 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 42 にも入力され、これによって変調信号の信号強度が検出される。その信号強度に応じた信号を出力する。この出力された信号は、減衰量制御手段 41 に入力される。

このように光検出手段 15 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、制御手段 14 は、光検出手段 15 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

【0067】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 15 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

さらに、変調信号検出手段 42 によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。このため、変調信号が所定の信号強度以下の場合では、減衰量制御手段 41 は、変調信号検出手段 42 の出力に応じて減衰手段 31 を制御することによって入力光を光変調手段 11 に所定の光強度まで減衰して入力することができる。あるいは、光変調手段 11 に接続していない端子に送出することができる。よって、このような構成の光通信装置は、入力光がない場合に ASE を出力ポートに送出しない。さらに、入力光があっても変調信号がない場合でも、ASE および変調信号によって変調されていない入力光を出力ポートに出力しない。

【0068】

もちろん、通信したい情報があっても送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、変調信号検出手段 42 から信号は、出力されない。このとき減衰量制御手段 41 は、光減衰手段 31 を入力光が透過するように、あるいは、光

変調手段 1 1 に接続する端子にスイッチするように制御する。

【 0 0 6 9 】

(請求項 1 3)

図 1 1 は、請求項 1 3 に記載の光通信装置のブロック図である。

図 1 1 において、この光通信装置は、光分岐手段 1 0、1 2 と光変調手段 1 1 と動作点制御手段 1 3 と制御手段 1 4 と光検出手段 1 5 と変調信号検出手段 4 2 と変調制御手段 4 5 とから構成される。

【 0 0 7 0 】

なお、図 1 1 は、光検出手段 1 5 が入力光を検出する場合の構成を示す。一方、光検出手段 1 5 が出力光を検出する場合の構成は、同図において破線で図示し、その説明を省略する。

また、請求項 1 または請求項 9 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 1 0 によって分岐し、分岐した第 1 の分岐入力光は、光変調手段 1 1 に入射する。入射した光は、光変調手段 1 1 によって変調され、変調された変調光信号は、光分岐手段 1 2 によって分岐する。

この光分岐手段 1 2 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 1 2 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 1 3 に入射する。

【 0 0 7 2 】

一方、光分岐手段 1 0 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 1 5 によって光強度が検出され、その光強度に応じた信号が出力される。この光強度に応じた信号は、制御手段 1 4 に入力される。

また、送出すべき変調信号は、光変調手段 1 1 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 4 2 にも入力される。この変調信号検出手段 4 2 は、その信号強度に応じた信号を出力し、その出力された信号は、変調制御手段 4 5 に入力される。

【 0 0 7 3 】

このように光検出手段 15 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、制御手段 14 は、光検出手段 15 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

【0074】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 15 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

さらに、変調信号検出手段 42 によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。このため、変調信号が所定の信号強度以下の場合では、変調制御手段 45 は、光変調手段 11 を制御することによって出力を無くすことができる。このため、このような構成の光通信装置は、入力光があっても変調信号がない場合でも、ASE および変調信号によって変調されていない入力光を出力ポートに出力しない。

【0075】

もちろん、通信したい情報があっても送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなると、変調信号検出手段 42 から信号は、出力されない。このとき光変調手段 11 は、変調制御手段 45 から信号を受信しないから、変調手段として正常に作動する。

(請求項 14)

図 12 は、請求項 14 に記載の光通信装置のブロック図である。

【0076】

図 12 において、この光通信装置は、光分岐手段 10、12 と光変調手段 11 と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 15 と光減衰手段 31 と減衰量制御手段 61 と変調信号検出手段 42 とから構成される。

なお、図 10 は、光検出手段 15 が入力光を検出し、光減衰手段 31 が光分岐手段 10 と光変調手段 11 との間に挿入される場合の構成を示す。一方、光検出

手段 15 が出力光を検出する場合の構成は、同図において破線で図示する。また、光減衰手段 31 が、光変調手段 11 と光分岐手段 12 との間に接続される場合の構成は、同図において破線で図示する。そして、これらの場合については、その説明を省略する。

【0077】

また、請求項 1 または請求項 8 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 10 によって分岐し、分岐した第 1 の分岐入力光は、光減衰手段 31 を介して光変調手段 11 に入射する。入射した光は、光変調手段 11 によって変調され、変調された光信号は、光分岐手段 12 によって分岐する。

【0078】

この光分岐手段 12 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 12 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 13 に入射する。

一方、光分岐手段 10 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 15 によって光強度が検出され、その光強度に応じた信号が出力される。この光強度に応じた信号は、制御手段 14 および減衰量制御手段 61 に入力される。

【0079】

また、送出すべき変調信号は、光変調手段 11 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 42 にも入力され、これによって変調信号の信号強度が検出される。その信号強度に応じた出力信号は、減衰量制御手段 61 に入力される。

減衰量制御手段 61 は、光減衰手段 31 の制御を行う。すなわち、減衰量制御手段 61 は、光検出手段 15 の信号と変調信号検出手段 42 の信号との和をとって光減衰手段 31 が入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。あるいは、減衰量制御手段 41 は、光減衰手段 31 が光スイッチである場合には、光検出手段 33 の信号に応じて入力光を何も接続していない出力端子にスイッチして送出する。

【0080】

このように光検出手段 15 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合に、制御手段 14 は、光検出手段 15 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

## 【0081】

もちろん、光変調手段 11 を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 15 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

さらに、変調信号検出手段 42 によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。また、減衰量制御手段 61 は、光検出手段 15 からの信号も入力され、この信号と変調信号検出手段 42 からの信号との和が取られる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合または変調信号が所定の信号強度以下の場合では、減衰量制御手段 61 は、減衰手段 31 を制御することによって入力光を光変調手段 11 に所定の光強度まで減衰して入力することができる。あるいは、光変調手段 11 に接続していない端子に送出することができる。よって、このような構成の光通信装置は、入力光がない場合に ASE を出力ポートに送出しない。さらに、入力光があって変調信号がない場合でも、ASE および変調信号によって変調されてない入力光を出力ポートに出力しない。

## 【0082】

もちろん、通信したい情報があって送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなり、入力光が所定の光強度よりも大きくなると、減衰量制御手段 61 は、光減衰手段 31 を入力光が透過するように、あるいは、光変調手段 11 に接続する端子にスイッチするように制御する。

## (請求項 15)

図 13 は、請求項 15 に記載の光通信装置のブロック図である。

## 【0083】

図 13 において、この光通信装置は、光分岐手段 10、12 と光変調手段 11

と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 15 と変調信号検出手段 42 と変調制御手段 65 とから構成される。

【0084】

なお、図 13 は、光検出手段 15 が入力光を検出する場合の構成を示す。一方、光検出手段 15 が出力光を検出する場合の構成は、同図において破線で図示し、その説明を省略する。

また、請求項 1 または請求項 9 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0085】

入力ポートに入力した入力光は、光分岐手段 10 によって分岐し、分岐した第 1 の分岐入力光は、光変調手段 11 に入射する。入射した光は、光変調手段 11 によって変調され、変調された光信号は、光分岐手段 12 によって分岐する。

この光分岐手段 12 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 12 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、動作点制御手段 13 に入射する。

【0086】

一方、光分岐手段 10 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 15 によって光強度が検出され、その光強度に応じた信号が出力される。この光強度に応じた信号は、制御手段 14 および変調制御手段 65 に入力される。

また、送出すべき変調信号は、光変調手段 11 に入力するだけでなく、変調信号検出手段 42 にも入力される。この変調信号検出手段 42 は、その信号強度に応じた信号を出力し、その出力された信号は、変調制御手段 65 に入力される。

【0087】

変調制御手段 65 は、光変調手段 11 の制御を行う。すなわち、変調制御手段 65 は、光検出手段 15 からの信号と変調信号検出手段 42 からの信号の和をとって入力光を所定の光強度まで減衰するように制御する。例えば、光変調手段 11 にエネルギーを供給しないことによって出力を無くすることができる。あるいは、MZ 変調器の場合には、MZ 変調器内における 2 つの光導波路に分岐した入力光の各位相をずらして 180 度の位相差を作ることによって出力を無くすることが



できる。あるいは、音響光学効果を利用した光変調手段の場合には、入力光の波長以外の波長を選択するRF信号を印加することにより出力を無くすことができる。

#### 【0088】

このように光検出手段15によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、制御手段14は、光検出手段15の出力に応じて動作点制御手段13が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光通信装置では入力光が一時的にない場合でも、動作点は、安定に維持される。

#### 【0089】

もちろん、光変調手段11を使用すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段15から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段13において、動作点は、光分岐手段12を介して入射する光変調手段11の出力のみによって最適に制御される。

さらに、変調信号検出手段42によって変調信号が所定の信号強度以下であるか否かを検出することができる。また、変調制御手段65は、光検出手段15からの信号も入力され、この信号と変調信号検出手段42からの信号との和が取られる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合または変調信号が所定の信号強度以下の場合では、変調制御手段65は、光変調手段11を制御することによって出力を無くすことができる。このため、このような構成の光通信装置は、入力光があっても変調信号がない場合でも、ASEおよび変調信号によって変調されていない入力光を出力ポートに出力しない。

#### 【0090】

もちろん、通信したい情報があっても送出すべき変調信号が所定の信号強度よりも大きくなり、入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段15は、変調制御手段65に信号を送信しない。よって、光変調手段11は、変調制御手段65から信号を受信しないから、変調手段として正常に作動する。

#### (請求項16)

図14は、請求項16に関し、請求項1の光変調手段を光挿入手段として使用

した光分岐・挿入装置のブロック図である。なお、請求項 16 は、光分岐・挿入手段と光波長分岐手段と光挿入手段とを備える光分岐・挿入装置において、請求項 1、2、4、6、7、8、9 のいずれか 1 項に記載の光通信装置を光挿入手段として使用することで構成するが、図 14 は、このうち請求項 1 の光通信装置をその光挿入手段として使用して構成する光分岐・挿入装置のブロック図である。

#### 【0091】

以下、この場合の請求項 16 の構成について説明し、その他の場合については、その説明を省略する。また、請求項 1 と同一の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

図 14 において、この光分岐・挿入装置は、分岐・挿入手段 70 と光波長分岐手段 73 と光挿入手段 75 とからなる。

#### 【0092】

なお、光分岐・挿入装置は、実際には、分岐または挿入する波長の数だけ光波長分岐手段 73 および光挿入手段 75 を備えて構成される。しかしながら、各光波長分岐手段 73 は、受信処理する波長が異なるのみでその構成は同一であり、また、各光挿入手段 75 も、挿入光の波長が異なるのみでその構成は同一であるので、図 14 には、複数の光分岐手段 73 および光挿入手段 75 のうちの 1 つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

#### 【0093】

この分岐・挿入手段 70 は、波長多重した光信号を伝送する光伝送路に接続され、この光伝送路上の光信号に対して少なくとも 1 つの波長の光信号を分岐および挿入する。分岐する場合は、光波長分岐手段 73 の数に応じて光信号を分配する光分配手段 72 を介して光波長分岐手段 73 に光信号を分岐する。挿入する場合は、各光挿入手段 75 からの挿入光を光合波手段 74 で合波し、この光分岐・挿入装置を透過する光信号とともに波長多重して光伝送路に送出する。

#### 【0094】

光波長分岐手段 73 は、分配された光信号を波長ごとに受信処理する。一方、光挿入手段 75 は、光伝送路上の光信号に挿入する挿入光を生成する。

以下、この光挿入手段 75 の構成を説明する。

光挿入手段 75 は、光分岐手段 10、12 と光変調手段 11 と動作点制御手段 13 と制御手段 14 と光検出手段 15 とから構成される。

【0095】

入力ポートに入力した特定の波長の入力光は、光分岐手段 10 によって分岐する。この光分岐手段 10 によって分岐した第 1 の分岐入力光は、光変調手段 11 によって変調され、変調された被変調光信号は、光分岐手段 12 によって分岐する。なお、特定の波長は、各光挿入手段 75 間において互いに異なる。

この光分岐手段 12 によって分岐した第 1 の分岐光信号は、出力ポートに出力され、光合波手段 74 に入射する。一方、光分岐手段 12 によって分岐した第 2 の分岐光信号は、光変調手段 11 の動作点を制御する動作点制御手段 13 に入射する。

【0096】

一方、光分岐手段 10 によって分岐した第 2 の分岐入力光は、光検出手段 15 によって光強度が検出され、光検出手段 15 は、その光強度に応じた信号を出力し、制御手段 14 に入力される。

このように光検出手段 15 によって入力光が所定の光強度以下であるか否かを検出することができる。このため、入力光が所定の光強度以下の場合では、制御手段 14 は、光検出手段 15 の出力に応じて動作点制御手段 13 が動作点を安定に維持するように制御することができる。よって、このような構成の光分岐・挿入装置では、挿入光を分岐・挿入手段 70 に供給しないために、光挿入手段 75 の入力光がない場合でも、この光挿入手段 75 の動作点は、安定に維持される。

【0097】

もちろん、この光挿入手段 75 によって挿入光を発生すべく入力光が所定の光強度よりも大きくなると、光検出手段 15 から信号は、出力されない。よって、動作点制御手段 13 は、光分岐手段 12 を介して入射する光変調手段 11 の出力のみによって動作点を最適に制御する。

【0098】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【0099】

## (第1の実施形態の構成)

第1の実施形態は、請求項1、3、16に記載の発明に対応する光分岐・挿入装置の実施形態である。

図15は、第1の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

図15において、光分岐・挿入装置は、光アンプ101、103とOADM102と1×M光カブラ104とM個の光波長分岐回路105とN×1の光カブラ106とN個の光挿入回路107a とから構成される。

## 【0100】

なお、この光分岐・挿入装置は、M個の光波長分岐回路105を備え、N個の光挿入回路107a を備えるが、各回路は、同一の構成であるので、図15には、複数の光波長分岐回路105および光挿入回路107a のうちの1つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

光伝送路を伝わる波長多重された光信号は、光分岐・挿入装置に入力し、所定の光強度まで増幅するアンプ101によって増幅される。増幅された光信号は、波長多重光信号を分岐・挿入するOADM102に入射する。このOADM102によって分岐した所定の波長の信号光は、光分岐回路の数分に分配する1×M光カブラ104に入射する。この1×M光カブラ104によって分配された光信号は、各波長ごとに波長多重光信号を受信処理する光波長分岐回路105に入射し、受信処理される。また、OADM102で挿入される光信号は、光挿入回路107a によって発生する。この光挿入回路107a は、OADM102において挿入すべき光信号の数であるN個が用意されている。この挿入される光信号とOADM102で分岐しないで透過した光信号とは、波長多重され、光アンプ103によって増幅されて光伝送路に送出される。

## 【0101】

一方、光挿入回路107a は、レーザダイオードバンク（以下、「LDバンク」と略記する。）110と光アンプ111、115と光分岐器112、114とMZ変調器113とPD116、123とアンプ117、121と比較器118とスイッチ119と可変利得アンプ120とカップリングコンデンサ122とバ

ッファアンプ 124 と乗算器 125 と LPF 126 と差動アンプ 127 とインダクタ 128 とコンデンサ 129 と抵抗 130 と低周波発振器 131 とから構成される。

#### 【0102】

なお、可変利得アンプ 120 とアンプ 121 とカップリングコンデンサ 122 と PD 123 とバッファアンプ 124 と乗算器 125 と LPF 126 と差動アンプ 127 とインダクタ 128 とコンデンサ 129 と抵抗 130 と低周波発振器 131 とからなる回路を動作点制御回路と呼ぶことにする。

図 15 において、LD バンク 110 は、波長多重される波長に対応する複数の波長  $L1 \sim L8$  のレーザ光を発光することができ、どの波長を発光するかは、図 15 に不図示の波長モニタによって光伝送路の空き波長を検出し、その検出信号に応じて発光する波長が選択される。例えば、LD バンク 110 は、波長  $L2$  の光を発光し、光アンプ 111 に入射する。増幅された光は、光分岐器 112 によって 2 つの光に分岐し、分岐した第 1 の光は、MZ 変調器 113 に入射する。

#### 【0103】

また、変調信号および低周波発振器 131 が出力する所定周波数  $f_0$  の低周波信号は、可変利得アンプ 120 に入力される。この可変利得アンプ 120 は、入力信号を低周波信号で振幅変調して出力する。この出力信号は、所定の信号レベルを得るアンプ 121、さらにカップリングコンデンサ 122 を介して MZ 変調器 113 の一方の変調入力端子に入力される。

#### 【0104】

そして、MZ 変調器 113 の他方の変調入力端子には、インダクタ 128 およびコンデンサ 129 によるバイアス T 回路および抵抗 130 が接続される。

MZ 変調器 113 は、駆動回路から与えられる信号により LD バンクの波長  $L2$  の光を変調し、光信号に変換して出力する。

MZ 変調器 113 からの出力光の一部は、光分岐器 114 によって分岐して取り出され、他部の出力光は、光アンプ 115 によって増幅され、前述の  $N \times 1$  光カプラに入射する。この分岐した出力光の一部は、PD 123 で検出され、この検出信号は、 $f_0$  の周波数成分を選択増幅するバッファアンプ 124 で増幅され

て乗算器 125 に入力する。また、乗算器 125 には、低周波発振器 131 が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ 124 からの入力信号と低周波発振器 131 からの低周波信号との位相を比較し、その位相差に応じた信号を出力する。この乗算器 125 によって、可変利得アンプ 120 で重畳された所定周波数  $f_0$  の低周波信号を検波する。

#### 【0105】

この乗算器 125 の出力信号は、所定周波数  $f_0$  以下の周波数を通過させる LPF 126 とスイッチ 119 とを介して差動アンプ 127 の一方の入力端子に入力される。一方、差動アンプ 127 の他方の入力端子は、接地される。差動アンプ 127 の出力は、動作点を移動するための誤差信号としてバイアス T 回路のインダクタ 128 に入力され、動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

#### 【0106】

一方、光分岐器 112 によって分岐した第 2 の光は、PD 116 に入射し、第 2 の光の平均光強度に比例する電気信号を出力する。つまり、PD 116 は、LD バンクが発光する光の光強度を検出する。

この電気信号は、アンプ 117 によって増幅され、比較器 118 によって参照電圧  $V_{ref}$  と比較される。電気信号が参照電圧  $V_{ref}$  以下である場合に比較器 118 は、スイッチ 119 に信号を出力し、スイッチ 119 のオン・オフを制御する。

#### 【0107】

スイッチ 119 は、比較器 118 から信号を受信するとオフして LPF 126 と差動アンプ 127 との間の接続を切る。また、スイッチ 119 は、比較器 118 から信号を受信しない間は、オンにして LPF 126 と差動アンプ 127 との間の接続状態にする。

(本発明と第 1 の実施形態との対応関係)

請求項 1、3、16 に記載の発明と第 1 の実施形態との対応関係については、分岐・挿入手段は光アンプ 101、103 と OADM 102 と  $1 \times M$  光カプラ 104 と  $N \times 1$  光カプラ 106 とからなる部分に対応し、光波長分岐手段は光波長

分岐回路 105 に対応し、光挿入手段は光挿入回路 107a に対応する。

【0108】

また、光挿入回路 107a に関し、第 1 の分岐手段は光分岐器 112 に対応し、光変調手段は MZ 変調器 113 に対応し、光検出手段は PD 116 に対応し、制御手段はアンプ 117 と比較器 118 とスイッチ 119 とからなる部分に対応し、第 2 の光分岐手段は光分岐器 114 に対応し、動作点制御手段は動作点制御回路に対応する。

【0109】

(第 1 の実施形態の作用効果)

このような構成の光分岐・挿入装置では、光挿入回路 107a において LD が発光する波長を変更する間、例えば、波長 L2 のレーザ光から波長 L4 のレーザ光に変更する間に入力光が無くなっても動作点を安定に維持することができる。

このことを波長 L2 から波長 L4 の場合について以下に説明する。

【0110】

始め、光伝送路を伝送する波長多重信号の空き波長が L2 であるため LD バンクは、波長 L2 の光を発光させる。このとき発光した光は、MZ 変調器によって変調され、挿入光として N×1 光カプラ 106 を介して OADM 102 によって挿入され光伝送路に送出される。また、発光した光は、動作点制御回路に入射し、MZ 変調器の動作点を制御することに利用される。さらに、発光した光は、PD 116 によって光電変換され、PD からの出力信号は、比較器 118 によって参照電圧 Vref 以下であるか否か判断される。すなわち、この比較器 118 により PD 116 からの電気信号が所定の参照電圧 Vref 以下であるか否かを判断することによって、LD バンク 110 が発光する波長 L2 の光強度が所定の光強度以下であるか否かを判断することができる。

【0111】

LD バンク 110 が発光する波長 L2 の光は、挿入光として使用されることから、所定の光強度より大きいため、比較器 118 は、信号を発光しない。よって、スイッチ 119 は、オンの状態を維持し LPF 126 と差動アンプ 127 との間は、接続状態を維持する。このため動作点制御回路は、通常通り動作を続ける

## 【0112】

次に、光伝送路を伝送する波長多重信号の空き波長がL2 からL4 に変更されたため、LDバンク110は、波長L2 の光の発光を止める。

このときPD116の出力信号は、低下しほとんど0になる。このため、この出力信号は、参照電圧Vref 以下となるので、比較器118は、信号をスイッチ119に送信する。そのためスイッチ119は、オフとなりLPF126と差動アンプ127との間の接続は、切り状態となる。この結果、動作点制御回路は、動作を停止し、動作点は、初期状態となって動作点制御回路が制御することができる範囲に維持される。したがって、動作点は、不定状態となることがない。

## 【0113】

その後、LDバンク110は、波長L4 の光を発光する。このときPD116の出力信号は、上昇して波長L2 の場合と同様のレベルの出力をする。このため、この出力信号は、参照電圧Vref より大きくなるので、比較器118は、信号を送信しない。そのためスイッチ119は、オンとなりLPF126と差動アンプ127との間は、接続状態となる。このとき、動作点制御回路は、動作点を初期状態から制御することになるので、通常通り動作することができる。

## 【0114】

なお、上記の説明においては、LDバンク110が、発光する波長を変更するために一時発光を止める場合について説明したが、光分岐挿入装置において、他の光挿入回路を使用するために、発光を止める場合についても同様に動作点を安定に維持することができる。

次に、別の実施形態について説明する。

## 【0115】

## (第2の実施形態の構成)

第2の実施形態は、請求項2、3、16に記載の発明に対応する光分岐・挿入装置の実施形態である。

図16は、第2の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

なお、第2の実施形態において、第1の実施形態と同一の構成については、同



一の符号を付し、その説明を省略する。

#### 【0116】

図16において、光分岐・挿入装置は、光アンプ101、103とOADM102と1×M光カプラ104とM個の光波長分岐回路105とN×1の光カプラ106とN個の光挿入回路107b とから構成される。

なお、この光分岐・挿入装置は、M個の光波長分岐回路105を備え、N個の光挿入回路107b を備えるが、各回路は、同一の構成であるので、図16には、複数の光波長分岐回路105および光挿入回路107b のうちの1つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

#### 【0117】

光伝送路を伝わる波長多重された光信号は、光分岐・挿入装置に入力し、光アンプ101を介してOADM102に入射する。このOADM102によって分岐した所定の波長の信号光は、1×M光カプラ104によって分配され、光波長分岐回路105に入射して受信処理される。また、OADM102で挿入される光信号は、光挿入回路107b によって発生する。この光挿入回路107b は、OADM102において挿入すべき光信号の数であるN個が用意されている。この挿入される光信号とOADM102で分岐しないで透過した光信号とは、波長多重され、光アンプ103を介して光伝送路に送出される。

#### 【0118】

一方、光挿入回路107b は、LDバンク110と光アンプ111、115と光分岐器140とMZ変調器113とPD123、141とバッファアンプ124とアンプ121、142と比較器143とスイッチ144、148と可変利得アンプ120とカップリングコンデンサ122と乗算器125とLPF126と差動アンプ127とインダクタ128とコンデンサ129、151と抵抗130、145、146と低周波発振器131と電界効果トランジスタ（以下、「FET」と略記する。）147、149とオペアンプ150、152から構成される。

#### 【0119】

図16において、LDバンク110から射出されたレーザ光は、光アンプ11

1 を介して MZ 変調器 113 に入射する。

また、変調信号および低周波発振器 131 が出力する所定周波数  $f_0$  の低周波信号は、可変利得アンプ 120 に入力される。この出力信号は、アンプ 121 とカップリングコンデンサ 122 とを介して MZ 変調器 113 の一方の変調入力端子に入力される。

#### 【0120】

そして、MZ 変調器 113 の他方の変調入力端子には、インダクタ 128 およびコンデンサ 129 によるバイアス T 回路および抵抗 130 が接続される。

MZ 変調器 113 は、駆動回路から与えられる信号により LD バンク 110 の光、例えば、波長  $L_2$  のレーザ光を変調し、光信号に変換して出力する。

MZ 変調器 113 からの出力光は、光分岐器 140 によって 3 つに分岐する。第 1 の分岐した出力光は、PD 123 に入射する。第 2 の分岐した出力光は、PD 141 に入射する。第 3 の出力光は、光アンプ 115 を介して前述の  $N \times 1$  光カプラ 106 に入射する。この第 1 の分岐した出力光は、PD 123 で検出され、この検出信号は、バッファアンプ 124 を介して乗算器 125 に入力する。また、乗算器 125 には、低周波発振器 131 が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ 124 からの入力信号と低周波発振器 131 からの低周波信号との位相を比較し、その位相差に応じた信号を出力する。

#### 【0121】

この乗算器 125 の出力信号は、LPF 126 に入力される。その出力は、スイッチ 144 を介して差動アンプ 127 の一方の入力端子およびオペアンプ 152 の非反転入力端子 (+) に入力される。一方、差動アンプ 127 の他方の入力端子は、接地される。差動アンプ 127 の出力は、バイアス T 回路のインダクタ 128 に入力され、動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

#### 【0122】

また、オペアンプ 152 の出力は、FET 147 のドレイン端子および FET 149 のソース端子に入力される。

FET 147 のゲート端子は、スイッチ 148 によって制御され、このスイッチ 148 を介して電源  $V_{cc}$  に接続する。そして、そのソース端子は、抵抗 145

を介してオペアンプ 152 の反転入力端子 (−) に接続するとともに、抵抗 146 を介してオペアンプ 150 の反転入力端子 (−) に接続する。

#### 【0123】

FET 149 のゲート端子は、スイッチ 148 によって制御され、このスイッチ 148 を介して電源  $V_{cc}$  に接続する。そして、そのドレイン端子は、コンデンサ 151 を介して接地されるとともにオペアンプ 150 の非反転入力端子 (+) に接続される。

これらオペアンプ 150、152 と FET 147、149 と抵抗 145、146 とコンデンサ 151 とから構成される回路は、LPF 126 の出力電圧を保持する保持回路である。

#### 【0124】

一方、第 2 の分岐した出力光は、PD 141 によって検出され、PD 141 は、平均光強度に比例する電気信号を出力する。つまり、PD 141 は、MZ 変調器 113 の出力光をモニタすることによって LD バンク 110 が発光する光の光強度を検出する。

この PD 141 からの電気信号は、アンプ 142 によって増幅され、比較器 143 によって参照電圧  $V_{ref}$  と比較される。電気信号が参照電圧  $V_{ref}$  以下である場合に比較器 143 は、スイッチ 144 およびスイッチ 148 に信号を出力し、これらを制御する。

#### 【0125】

スイッチ 144 は、LPF 126 と差動アンプ 127 とを接続するか、または、オペアンプ 150 の出力端子と差動アンプ 127 とを接続するかを切り換えることができる。スイッチ 144 は、通常、LPF 126 と差動アンプ 127 とを接続するようにスイッチされているが、比較器 143 から信号を受信するとオペアンプ 150 の出力端子と差動アンプ 127 とを接続するように切り換わる。また、スイッチ 144 は、比較器 143 から信号を受信しなくなると、再び LPF 126 と差動アンプ 127 との間を接続する。

#### 【0126】

また、スイッチ 148 は、比較器 143 からの信号に応じて、FET 147 の

オン・オフおよびFET149のオン・オフを制御する。すなわち、比較器143から信号を受信しない間は、電源VccとFET149のゲート端子とを接続することによってFET149をオンにするとともにFET147をオフにする。一方、比較器143から信号を受信すると、FET149をオフにするとともに電源VccとFET147のゲート端子とを接続することによってFET147をオンにする。

【0127】

(本発明と第2の実施形態との対応関係)

請求項2、3、16に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、光分岐・挿入手段は光アンプ101、103とOADM102と1×M光カプラ104とN×1光カプラ106とからなる部分に対応し、光波長分岐手段は光波長分岐回路105に対応し、光挿入手段は光挿入回路107bに対応する。

【0128】

また、光挿入回路107bに関し、光変調手段はMZ変調器113に対応し、光分岐手段は光分岐器140に対応し、光検出手段はPD141に対応し、動作点制御手段は動作点制御回路に対応し、制御手段はアンプ142と比較器143とスイッチ144、149と保持回路とからなる部分に対応する。

(第2の実施形態の作用効果)

このような構成の光分岐・挿入装置では、光挿入回路107bにおいてLDバンク110が発光する波長を変更する間、例えば、波長L2のレーザ光から波長L4のレーザ光に変更する間に入力光がなくなってもMZ変調器113の動作点を安定に維持することができる。

【0129】

このことを波長L2から波長L4に変更する場合について以下に説明する。

始め、光伝送路を伝送する波長多重信号の空き波長がL2であるためLDバンク110は、波長L2の光を発光させる。このとき発光した光は、MZ変調器113によって変調され、挿入光としてN×1光カプラ106を介してOADM102によって挿入され光伝送路に送出される。また、発光した光は、光変調器113などを介して動作点制御回路に入射し、MZ変調器113の動作点を制御す

ることに利用される。さらに、発光した光は、MZ変調器113などを介してPD141によって光電変換され、PD141からの出力信号は、比較器143によって参照電圧 $V_{ref}$ 以下であるか否か判断される。すなわち、この比較器143によりPD141からの電気信号が所定の参照電圧 $V_{ref}$ 以下であるか否かを判断することによって、LDバンク110が発光する波長 $L2$ の光強度が所定の光強度以下であるか否かを判断することができる。

#### 【0130】

LDバンク110が発光する波長 $L2$ の光は、挿入光として使用されることから、所定の光強度より大きいため、比較器143は、信号を発光しない。よって、スイッチ144は、LPF126と差動アンプ127との間は、接続状態を維持する。このため動作点制御回路は、通常通り動作を続ける。また、スイッチ148は、FET147をオフにしてFET149をオンにする。このためLPF126の出力電圧は、コンデンサ151に記憶される。

#### 【0131】

次に、光伝送路を伝送する波長多重信号の空き波長が $L2$ から $L4$ に変更されたため、LDバンク110は、波長 $L2$ の光の発光を止める。

このときPD116の出力信号は、低下しほとんど0になる。このため、この出力信号は、参照電圧 $V_{ref}$ 以下となるので、比較器143は、信号をスイッチ144、148に送信する。そのためスイッチ144は、LPF126と差動アンプ127との接続状態からオペアンプ150の出力端子と差動アンプ127との接続状態に切り換える。また、スイッチ148は、FET147をオンにしてFET149をオフにする。このためコンデンサ151に記憶されているLPF126と同一の電圧がオペアンプ150の出力端子に出力される。この結果、差動アンプ127は、LDバンク110が波長 $L2$ の光の発光を止める直前の状態を維持する。したがって、動作点は、不定状態となることがない。

#### 【0132】

その後、LDバンク110は、波長 $L4$ の光を発光する。このときPD141の出力信号は、上昇して波長 $L2$ の場合と同様のレベルの出力をする。このため、この出力信号は、参照電圧 $V_{ref}$ より大きくなるので、比較器142は、信号

を送信しない。そのためスイッチ 144 は、オペアンプ 150 の出力端子と差動アンプ 127 との接続状態から再び LPF 126 と差動アンプ 127 との接続状態に切り換える。よって、動作点制御回路は、通常通り、動作点制御回路に入射した光変調器 113 からの光信号によって MZ 変調器 113 の動作点を制御する。

#### 【0133】

しかも、動作点制御回路は、波長 L2 のレーザ光から波長 L4 のレーザ光に切り替わる直前の状態を保持しているため、初期状態から動作点の制御を開始する場合よりも、より早く動作点を補償することができる。

なお、上記の説明においては、LD バンク 110 が、発光する波長を変更するために一時発光を止める場合について説明したが、光分岐挿入装置において、他の光挿入回路を使用するために、発光を止める場合についても同様に動作点を安定に維持することができる。

#### 【0134】

次に、別の実施形態について説明する。

#### (第3の実施形態)

第3の実施形態は、請求項 4、5、16 に記載の発明に対応する光分岐・挿入装置の実施形態である。

図 17 は、第3の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

#### 【0135】

図 17 において、光分岐・挿入装置は、光アンプ 101、103 と OADM 102 と 1×M 光カプラ 104 と M 個の光波長分岐回路 105 と N×1 の光カプラ 106 と N 個の光挿入回路 107c とから構成される。

なお、この光分岐・挿入装置は、M 個の光波長分岐回路 105 を備え、N 個の光挿入回路 107c を備えるが、各回路は、同一の構成であるため、図 17 には、複数の光波長分岐回路 105 および光挿入回路 107c のうちの 1 つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

#### 【0136】

また、第1の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明

を省略する。

光伝送路を伝わる波長多重された光信号は、光分岐・挿入装置に入力し、光アンプ 101 によって増幅されて OADM 102 に入射する。この OADM 102 によって分岐した所定の波長の信号光は、1×M 光カプラ 104 に入射する。この 1×M 光カプラ 104 によって分配された光信号は、光波長分岐回路 105 に入射し、受信処理される。また、OADM 102 で挿入される光信号は、光挿入回路 107c によって発生する。この挿入される光信号と OADM 102 で分岐しないで透過した光信号とは、波長多重され、光アンプ 103 によって増幅されて光伝送路に送出される。

#### 【0137】

一方、光挿入回路 107c は、LD バンク 110 と光アンプ 111、115 と光分岐器 114 と MZ 変調器 113 と PD 123 とアンプ 121、162 とバッファアンプ 124 と比較器 163 とスイッチ 164 と可変利得アンプ 120 とカップリングコンデンサ 122 と乗算器 125 と LPF 126 と差動アンプ 127 とインダクタ 128 とコンデンサ 129 と抵抗 130、161 と低周波発振器 131 とから構成される。

#### 【0138】

図 17 において、LD バンク 110 から射出されたレーザ光は、光アンプ 111 を介して MZ 変調器 113 に入射する。

また、変調信号および低周波発振器 131 が出力する所定周波数  $f_0$  の低周波信号は、可変利得アンプ 120 に入力される。この出力信号は、アンプ 121 とカップリングコンデンサ 122 とを介して MZ 変調器 113 の一方の変調入力端子に入力される。

#### 【0139】

そして、MZ 変調器 113 の他方の変調入力端子には、インダクタ 128 およびコンデンサ 129 によるバイアス T 回路および抵抗 130 が接続される。

MZ 変調器 113 は、駆動回路から与えられる信号により LD バンク 110 の波長  $L_2$  の光を変調し、光信号に変換して出力する。

MZ 変調器 113 からの出力光の一部は、光分岐器 114 によって分岐して取

り出され、他部の出力光は、光アンプ 115 を介して前述の  $N \times 1$  光カプラ 106 に入射する。この分岐した出力光の一部は、PD 123 で検出され、この検出信号は、バッファアンプ 124 を介して乗算器 125 に入力する。また、乗算器 125 には、低周波発振器 131 が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ 124 からの入力信号と低周波発振器 131 からの低周波信号との位相を比較し、その位相差に応じた信号を出力する。

#### 【0140】

この乗算器 125 の出力信号は、LPF 126 とスイッチ 164 とを介して差動アンプ 127 の一方の入力端子に入力される。一方、差動アンプ 127 の他方の入力端子は、接地される。差動アンプ 127 の出力は、バイアス T 回路のインダクタ 128 に入力され、動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

#### 【0141】

一方、変調信号は、ダイオード 160 の一方の端子に接続され、ダイオード 160 の他方の端子は、抵抗 161 を介して接地される。変調信号は、ダイオード 160 によって半波整流され、変調信号の信号強度に応じた電圧が抵抗 161 の両端に検出される。

この変調信号の信号強度に応じた電圧は、アンプ 162 によって増幅され、比較器 163 によって参照電圧  $V_{ref}$  と比較される。電気信号が参照電圧  $V_{ref}$  以下である場合に比較器 163 は、スイッチ 164 に信号を出力し、スイッチ 164 を制御する。

#### 【0142】

スイッチ 164 は、LPF 126 と差動アンプ 127 とを接続するか、または、基準電圧  $V1$  と差動アンプ 127 とを接続するかを切り換えることができる。スイッチ 164 は、通常、LPF 126 と差動アンプ 127 とを接続するようにスイッチされているが、比較器 163 から信号を受信すると基準電圧  $V1$  と差動アンプ 127 とを接続するように切り換わる。また、スイッチ 164 は、比較器 163 から信号を受信なくなると、再び LPF 126 と差動アンプ 127 との間を接続する。



【0143】

基準電圧V1は、動作点制御回路において動作点を制御することができる範囲の電圧値である。

(本発明と第3の実施形態との対応関係)

請求項4、5、16に記載の発明と第3の実施形態との対応関係については、分岐・挿入手段は光アンプ101、103とOADM102と1×M光カプラ104とN×1光カプラ106とからなる部分に対応し、光波長分岐手段は光波長分岐回路105に対応し、光挿入手段は光挿入回路107cに対応する。

【0144】

また、光挿入回路107cに関し、光変調手段はMZ変調器113に対応し、光分岐手段は光分岐器114に対応し、動作点制御手段は動作点制御回路に対応し、変調信号検出手段はダイオード160と抵抗161とからなる部分に対応し、制御手段はアンプ162と比較器163とスイッチ164と基準電圧V1からなる部分に対応する。

【0145】

(第3の実施形態の作用効果)

このような構成の光分岐・挿入装置では、光挿入回路107において送出すべき変調信号がない間でも動作点を安定に維持することができる。

例えば、変調信号がある場合からない場合を経て再びある場合になるときの光挿入回路107cの動作を以下に説明する。

【0146】

始め、送出すべき変調信号は、MZ変調器113によってLDバンク110からの入力光を変調する。この変調された入力光は、挿入光としてN×1光カプラ106を介してOADM102によって挿入され光伝送路に送出される。

また、変調信号は、ダイオード160と抵抗161によってその信号強度が検出され、この変調信号の信号強度に応じた電圧は、比較器163によって所定の参照電圧Vref以下であるか否か判断される。すなわち、変調信号の信号強度が所定の信号強度以下であるか否かが判断される。

【0147】

今、送出すべき変調信号があるから比較器 163 は、信号をスイッチ 164 に送出しない。このためスイッチ 164 は、LPF 126 と差動アンプ 127 とを接続するようにスイッチする。よって、動作点制御回路は、通常通り動作するから、動作点制御回路に入射した MZ 変調器 113 からの光信号によって MZ 変調器 113 の動作点を制御することができる。

#### 【0148】

次に、この光分岐・挿入装置において挿入すべき信号がないために、あるいは、N 個の光挿入回路のうちこの光挿入回路以外の光挿入回路が使用されるために、変調信号は、無くなる。

このとき抵抗 161 の電圧値は、低下しほとんど 0 になる。このため、この電圧値が参照電圧  $V_{ref}$  以下となるので、比較器 163 は、信号をスイッチ 164 に送信する。このためスイッチ 164 は、LPF 126 と差動アンプ 127 との接続状態から基準電圧  $V1$  と差動アンプ 127 との接続状態に切り換える。この結果、動作点制御回路は、動作点を基準電圧  $V1$  に維持する。したがって、動作点は、不定状態となることがない。

#### 【0149】

その後、再び送出すべき変調信号が発生すると抵抗 161 に電圧が生じる。このため、この電圧値は、参照電圧  $V_{ref}$  より大きくなるので、比較器 163 は、信号を送信しない。このためスイッチ 164 は、基準電圧  $V1$  と差動アンプ 127 との接続状態から再び LPF 126 と差動アンプ 127 との接続状態に切り換える。よって、動作点制御回路は、基準電圧  $V1$  の状態から通常通り、動作点制御回路に入射した MZ 変調器 113 からの光信号によって MZ 変調器 113 の動作点を制御する。

#### 【0150】

このとき、MZ 変調器 113 が作動しているときの温度などを考慮して基準電圧を適当に選択すれば、初期状態から動作点の制御を開始する場合よりも、より早く動作点を補償することができる。

次に、別の実施形態について説明する。

(第 4 の実施形態)

第4の実施形態は、請求項1、3、6、8、10、12、14、16に記載の発明に対応する光分岐・挿入装置の実施形態である。

【0151】

図18は、第4の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

図18において、光分岐・挿入装置は、光アンプ101、103とOADM102と1×M光カプラ104とM個の光波長分岐回路105とN×1の光カプラ106とN個の光挿入回路107d とから構成される。

なお、この光分岐・挿入装置は、M個の光波長分岐回路105を備え、N個の光挿入回路107d を備えるが、各回路は、同一の構成であるので、図18には、複数の光波長分岐回路105および光挿入回路107d のうちの1つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

【0152】

また、第1の実施形態および第3の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

光伝送路を伝わる波長多重された光信号は、光分岐・挿入装置に入力し、光アンプ101によって増幅されてOADM102に入射する。このOADM102によって分岐した所定の波長の信号光は、1×M光カプラ104に入射する。この1×M光カプラ104によって分配された光信号は、光波長分岐回路105に入射し、受信処理される。また、OADM102で挿入される光信号は、光挿入回路107d によって発生する。この挿入される光信号とOADM102で分岐しないで透過した光信号とは、波長多重され、光アンプ103によって増幅されて光伝送路に送出される。

【0153】

一方、光挿入回路107d は、LDバンク110と光アンプ111、115と光分岐器112、114とMZ変調器113とPD116、123とアンプ117、121、162とバッファアンプ124と比較器118、163とスイッチ119と可変利得アンプ120とカップリングコンデンサ122と乗算器125とLPF126と差動アンプ127とインダクタ128とコンデンサ129と抵抗130、161と低周波発振器131とダイオード160と和算器170と光

減衰器 171 とから構成される。

【0154】

図 18 において、LD バンク 110 から射出されたレーザ光は、光アンプ 111 に入射する。増幅された光は、光分岐器 112 によって 2 つの光に分岐し、分岐した第 1 の光は、光減衰器 171 を介して MZ 変調器 113 に入射する。

一方、光分岐器 112 によって分岐した第 2 の光は、PD 116 に入射し、その電気信号は、アンプ 117 によって増幅され、比較器 118 によって参照電圧  $V_{ref1}$  と比較される。電気信号が参照電圧  $V_{ref1}$  以下である場合に比較器 118 は、スイッチ 119 および和算器 170 に信号を出力する。

【0155】

スイッチ 119 は、比較器 118 の出力に応じて制御され、比較器 118 から信号を受信するとオフして LPF 126 と差動アンプ 127 との間の接続を切る。また、スイッチ 119 は、比較器 118 から信号を受信しない間は、オンにして LPF 126 と差動アンプ 127 との間を接続状態にする。

また、変調信号および低周波発振器 131 が出力する所定周波数  $f_0$  の低周波信号は、可変利得アンプ 120 に入力される。この出力信号は、アンプ 121 とカップリングコンデンサ 122 とを介して MZ 変調器 113 の一方の変調入力端子に入力される。

【0156】

そして、MZ 変調器 113 の他方の変調入力端子には、インダクタ 128 およびコンデンサ 129 によるバイアス T 回路および抵抗 130 が接続される。

MZ 変調器 113 は、駆動回路から与えられる信号により LD バンク 110 の例えば、波長  $\lambda_2$  の光を変調し、光信号に変換して出力する。

MZ 変調器 113 からの出力光の一部は、光分岐器 114 によって分岐して取り出され、他部の出力光は、光アンプ 115 を介して前述の  $N \times 1$  光カプラ 106 に入射する。この分岐した出力光の一部は、PD 123 で検出され、この検出信号は、バッファアンプ 124 を介して乗算器 125 に入力する。また、乗算器 125 には、低周波発振器 131 が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ 124 からの入力信号と低周波発振器 131 からの低周波信号との位相を比

較し、その位相差に応じた信号を出力する。

【0157】

この乗算器 125 の出力信号は、LPF 126 とスイッチ 119 とを介して差動アンプ 127 の一方の入力端子に入力される。一方、差動アンプ 127 の他方の入力端子は、接地される。差動アンプ 127 の出力は、バイアス T 回路のインダクタ 128 に入力され、MZ 変調器 113 の動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

【0158】

一方、変調信号は、ダイオード 160 と抵抗 161 とを介して接地され、変調信号の信号強度に応じた電圧が抵抗 161 の両端に検出される。

この変調信号の信号強度に応じた電圧は、アンプ 162 を介して比較器 163 に入力され、比較器 163 によって参照電圧  $V_{ref2}$  と比較される。電気信号が参照電圧  $V_{ref2}$  以下である場合に比較器 163 は、和算器 170 に信号を出力する。

【0159】

和算器 170 は、比較器 118 からの信号と比較器 163 からの信号との和集合を取りその結果を光減衰器 171 に出力する。すなわち、比較器 118 からの信号と比較器 163 からの信号のいずれかの信号を受信した場合および両方の比較器 118、163 からの信号を受信した場合に光減衰器 171 に信号を出力し、両方の比較器 118、163 から信号を受信しない場合のみ光減衰器 171 に信号を出力しない。

【0160】

光減衰器 171 は、和算器 170 から出力を受信すると光分岐器 112 からの入力光の光強度を所定の強度まで減衰し、和算器 170 から出力がないときは、光分岐器 112 からの入力光を透過して MZ 変調器 113 に入力光を出力する。

(本発明と第 4 の実施形態との対応関係)

請求項 1、3、6、8、10、12、14、16 に記載の発明と第 4 の実施形態との対応関係については、分岐・挿入手段は光アンプ 101、103 と OADM 102 と  $1 \times M$  光カプラ 104 と  $N \times 1$  光カプラ 106 とからなる部分に対応

し、光波長分岐手段は光波長分岐回路 105 に対応し、光挿入手段は光挿入回路 107d に対応する。

#### 【0161】

また、光挿入回路 107d に関し、第 1 の分岐手段は光分岐器 112 に対応し、光変調手段は MZ 変調器 113 に対応し、光検出手段は PD 116 に対応し、制御手段はアンプ 117 と比較器 118 とスイッチ 119 とからなる部分に対応し、第 2 の光分岐手段は光分岐器 114 に対応し、動作点制御手段は動作点制御回路に対応する。また、変調信号検出手段はダイオード 160 と抵抗 161 とからなる部分に対応し、減衰量制御手段はアンプ 117、162 と比較器 118、163 と和算器 170 からなる部分に対応し、光減衰手段は光減衰器 171 に対応する。

#### 【0162】

(第 4 の実施形態の作用効果)

このような構成の光分岐・挿入装置では、光挿入回路 107d において LD バンク 110 が発光する波長を変更する間、例えば、波長  $L_2$  のレーザ光から波長  $L_4$  のレーザ光に変更する間に入力光が無くなっても動作点を安定に維持することができる。さらに、光挿入回路 107d において送出すべき変調信号がない間あるいは LD バンク 110 が発光する光がない間でも変調信号によって変調されていない入力光および ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出しない。

#### 【0163】

動作点制御回路の動作点を安定にすることについては、第 1 の実施形態と同様に動作するので、ここではその説明を省略する。

ここでは、変調信号によって変調されてない入力光および ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出しないことについて、以下に説明する。

変調信号は、ダイオード 160 と抵抗 161 によってその信号強度が検出され、この変調信号の信号強度に応じた電圧は、比較器 163 によって所定の参照電圧  $V_{ref2}$  以下であるか否かが判断される。すなわち、変調信号の信号強度が所定の信号強度以下であるか否かが判断される。

#### 【0164】

送出すべき変調信号がある場合は、比較器 163 は、信号を和算器 170 に送  
出しない。このため和算器 170 は、光減衰器 171 に信号を出力しないので、  
MZ 変調器 113 は、入力光を変調信号によって変調して出力する。

一方、変調信号が無くなると抵抗 161 の電圧値は、低下しほとんど 0 になる  
。このため、この電圧値が参照電圧  $V_{ref2}$  以下となるので、比較器 163 は、信  
号を和算器 170 に送信する。そのため和算器 170 は、光減衰器 171 に信号  
を出力し、光減衰器 171 は、入力光を所定の光強度（光強度が 0 の場合を含む  
。）まで減衰する。したがって、変調信号によって変調されてない入力光および  
ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出しない。

【0165】

また、LD バンク 110 からの入力光は、PD 116 によって光電変換され、  
PD 116 からの出力信号は、比較器 118 によって参照電圧  $V_{ref1}$  以下である  
か否か判断される。すなわち、この比較器 118 により PD 116 からの電気信  
号が所定の参照電圧  $V_{ref1}$  以下であるか否かを判断することによって、LD バン  
ク 110 から入力光があるか否かを判断することができる。

【0166】

LD バンク 110 からの入力光がある場合は、所定の光強度より大きいため、  
比較器 118 は、信号を和算器 170 に送出しない。このため和算器 170 は、  
光減衰器 171 に信号を出力しないので、MZ 変調器 113 は、入力光を変調信  
号によって変調して出力する。

一方、LD バンク 110 からの入力光がない場合は、PD 116 の出力信号は  
、低下しほとんど 0 になる。このため、この出力信号は、参照電圧  $V_{ref1}$  以下と  
なるので、比較器 118 は、信号を和算器 170 に送信する。そのため和算器 1  
70 は、光減衰器 171 に信号を出力し、光減衰器 171 は、光アンプ 111 な  
どで発生する ASE を所定の光強度（光強度が 0 の場合を含む。）まで減衰する  
。したがって、ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出しない。

【0167】

もちろん、変調信号が無く且つ入力光がない場合も、和算器 170 から信号が  
光減衰器 171 に送出されるから、ASE は、 $N \times 1$  光カプラ 106 に送出され

ない。

【0168】

次に、別の実施形態について説明する。

(第5の実施形態)

第5の実施形態は、請求項1、3、7、9、11、13、15、16に記載の発明に対応する光分岐・挿入装置の実施形態である。

図19は、第5の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【0169】

図19において、光分岐・挿入装置は、光アンプ101、103とOADM102と1×M光カプラ104とM個の光波長分岐回路105とN×1の光カプラ106とN個の光挿入回路107e とから構成される。

なお、この光分岐・挿入装置は、M個の光波長分岐回路105を備え、N個の光挿入回路107e を備えるが、各回路は、同一の構成であるので、図19には、複数の光波長分岐回路105および光挿入回路107e のうちの1つだけを実線で図示し、その他を破線で図示する。

【0170】

また、第1の実施形態および第3の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

光伝送路を伝わる波長多重された光信号は、光分岐・挿入装置に入力し、アンプ101によって増幅されてOADM102に入射する。このOADM102によって分岐した所定の波長の信号光は、1×M光カプラ104に入射する。この1×M光カプラ104によって分配された光信号は、光波長分岐回路105に入射し、受信処理される。また、OADM102で挿入される光信号は、光挿入回路107e によって発生する。この挿入される光信号とOADM102で分岐しないで透過した光信号とは、波長多重され、光アンプ103によって増幅されて光伝送路に送出される。

【0171】

一方、光挿入回路107e は、LDバンク110と光アンプ111、115と光分岐器112、114とMZ変調器113とPD116、123とアンプ11



7、121、162とバッファアンプ124と比較器118、163とスイッチ181と可変利得アンプ120とカップリングコンデンサ122と乗算器125とLPF126と差動アンプ127とインダクタ128とコンデンサ129と抵抗130、161と低周波発振器131とダイオード160と和算器180とから構成される。

## 【0172】

図19において、LDバンク110から射出されたレーザ光は、光アンプ111に入射する。増幅された光は、光分岐器112によって2つの光に分岐し、分岐した第1の光は、光減衰器171を介してMZ変調器113に入射する。

一方、光分岐器112によって分岐した第2の光は、PD116に入射し、その電気信号は、アンプ117によって増幅され、比較器118によって参照電圧 $V_{ref1}$ と比較される。電気信号が参照電圧 $V_{ref1}$ 以下である場合に比較器118は、スイッチ181および和算器180に信号を出力する。

## 【0173】

スイッチ181は、LPF126と差動アンプ127とを接続するか、または、基準電圧 $V1$ と差動アンプ127とを接続するかを切り換えることができる。スイッチ181は、通常、LPF126と差動アンプ127とを接続するようにスイッチされているが、比較器118から信号を受信すると基準電圧 $V1$ と差動アンプ127とを接続するように切り換わる。また、スイッチ181は、比較器118から信号を受信なくなると、再びLPF126と差動アンプ127との間を接続する。

## 【0174】

基準電圧 $V1$ は、動作点制御回路において動作点を制御することができる範囲の電圧値である。

また、変調信号および低周波発振器131が出力する所定周波数 $f_0$ の低周波信号は、可変利得アンプ120に入力される。この出力信号は、アンプ121とカップリングコンデンサ122とを介してMZ変調器113の一方の変調入力端子に入力される。

## 【0175】

そして、MZ変調器113の他方の変調入力端子には、インダクタ128およびコンデンサ129によるバイアスT回路および抵抗130が接続される。

MZ変調器113は、駆動回路から与えられる信号によりLDバンク110の例えば、波長L2の光を変調し、光信号に変換して出力する。さらに、和算器180から信号を受信すると、MZ変調器113内の2つの光導波路を伝わる各光の位相差を180ずらすことによって出力光を無くす。

#### 【0176】

MZ変調器113からの出力光の一部は、光分岐器114によって分岐して取り出され、他部の出力光は、光アンプ115を介して前述のN×1光カプラ106に入射する。この分岐した出力光の一部は、PD123で検出され、この検出信号は、バッファアンプ124を介して乗算器125に入力する。また、乗算器125には、低周波発振器131が出力する低周波信号が入力され、バッファアンプ124からの入力信号と低周波発振器131からの低周波信号との位相を比較し、その位相差に応じた信号を出力する。

#### 【0177】

この乗算器125の出力信号は、LPF126とスイッチ119とを介して差動アンプ127の一方の入力端子に入力される。一方、差動アンプ127の他方の入力端子は、接地される。差動アンプ127の出力は、バイアスT回路のインダクタ128に入力され、動作点を修正するようにバイアス値が可変制御される。

#### 【0178】

一方、変調信号は、ダイオード160と抵抗161とを介して接地され、変調信号の信号強度に応じた電圧が抵抗161の両端に検出される。

この変調信号の信号強度に応じた電圧は、アンプ162を介して比較器163に入力され、比較器163によって参照電圧Vref2と比較される。電気信号が参照電圧Vref2以下である場合に比較器163は、和算器180に信号を出力する。

#### 【0179】

和算器180は、比較器118の出力と比較器163の出力との和集合を取り

その結果をMZ変調器113に出力する。

(本発明と第5の実施形態との対応関係)

請求項1、3、6、8、10、12、14、16に記載の発明と第4の実施形態との対応関係については、分岐・挿入手段は光アンプ101、103とOADM102と1×M光カブラ104とN×1光カブラ106とからなる部分に対応し、光波長分岐手段は光波長分岐回路105に対応し、光挿入手段は光挿入回路107eに対応する。

【0180】

また、光挿入回路107eに関し、第1の分岐手段は光分岐器112に対応し、光変調手段はMZ変調器113に対応し、光検出手段はPD116に対応し、制御手段はアンプ117と比較器118とスイッチ119とからなる部分に対応し、第2の光分岐手段は光分岐器114に対応し、動作点制御手段は動作点制御回路に対応する。また、変調信号検出手段はダイオード160と抵抗161とからなる部分に対応し、変調制御手段はアンプ117、162と比較器118、163と和算器180とからなる部分に対応する。

【0181】

(第5の実施形態の作用効果)

このような構成の光分岐・挿入装置では、光挿入回路107eにおいてLDバンク110が発光する波長を変更する間、例えば、波長L2のレーザ光から波長L4のレーザ光に変更する間に入力光が無くなっても動作点を安定に維持することができる。さらに、光挿入回路107eにおいて送出すべき変調信号がない間あるいはLDバンク110が発光する光がない間でも変調信号によって変調されていない入力光およびASEをN×1光カブラ106に送出しない。

【0182】

動作点制御回路の動作点を安定にすることについては、スイッチ119をオン・オフする代わりに、スイッチ164によって差動アンプ127の一方の入力端子をLPF126に接続するかあるいは基準電圧V1に接続するかとする以外は、第1の実施形態と同様に動作するので、ここではその説明を省略する。

ここでは、変調信号によって変調されていない入力光およびASEをN×1光カ

プラ 106 に送出不いことについて、以下に説明する。

【0183】

変調信号は、ダイオード 160 と抵抗 161 によってその信号強度が検出され、この変調信号の信号強度に応じた電圧は、比較器 163 によって所定の参照電圧  $V_{ref2}$  以下であるか否か判断される。すなわち、変調信号の信号強度が所定の信号強度以下であるか否かが判断される。

送出すべき変調信号がある場合は、比較器 163 は、信号を和算器 180 に送出不い。このため和算器 180 は、MZ 変調器 113 に信号を出力しないので、MZ 変調器 113 は、入力光を変調信号によって変調して出力する。

【0184】

一方、変調信号が無くなると抵抗 161 の電圧値は、低下しほとんど 0 になる。このため、この電圧値が参照電圧  $V_{ref}$  以下となるので、比較器 163 は、信号を和算器 180 に送信する。そのため和算器 180 は、光変調器 113 に信号を出力し、光変調器 113 は、出力光を無くすように MZ 変調器 113 内の 2 つの光導波路を伝わる各光の位相差を 180 ずらす。したがって、変調信号によって変調されてない入力光および ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出不い。

【0185】

また、LD バンク 110 からの入力光は、PD 116 によって光電変換され、PD 116 からの出力信号は、比較器 118 によって参照電圧  $V_{ref}$  以下であるか否か判断される。すなわち、この比較器 118 により PD 116 からの電気信号が所定の参照電圧  $V_{ref1}$  以下であるか否かを判断することによって、LD バンク 110 から入力光があるか否かを判断することができる。

【0186】

LD バンク 110 からの入力光がある場合は、所定の光強度より大きいため、比較器 118 は、信号を和算器 180 に送出不い。このため和算器 180 は、MZ 変調器 113 に信号を出力しないので、MZ 変調器 113 は、入力光を変調信号によって変調して出力する。

一方、LD バンク 110 からの入力光がない場合は、PD 116 の出力信号は、低下しほとんど 0 になる。このため、この出力信号は、参照電圧  $V_{ref}$  以下と

なるので、比較器 118 は、信号を和算器 180 に送信する。そのため和算器 180 は、MZ 変調器 113 に信号を出力し、MZ 変調器 113 は、光アンプ 111 などで発生する ASE を減衰する。したがって、ASE を  $N \times 1$  光カプラ 106 に送出しない。

## 【0187】

もちろん、変調信号が無く且つ入力光がない場合も、和算器 180 から信号が MZ 変調器 113 に送出されるから、ASE は、 $N \times 1$  光カプラ 106 に送出されない。

第 1 ないし第 5 の実施形態におけるレーザダイオードバンクは、任意の光波長を発光することが可能な光チューナブルレーザに置き換えることができる。

## 【0188】

## 【発明の効果】

請求項 1 ないし請求項 5 に記載の発明では、光変調手段の入力光または出力および変調信号をモニタするので、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、光変調手段の動作点を安定に維持することができる。

また、請求項 6 ないし請求項 9 に記載の発明では、光変調手段の入力光または出力および変調信号をモニタするので、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、ASE および変調信号によって変調されていない入力光を出力することがない。

## 【0189】

さらに、請求項 10 ないし請求項 15 に記載の発明では、光変調手段の入力光または出力および変調信号をモニタするので、光通信装置に入力光または変調信号が一時的にない場合でも、光変調手段の動作点を安定に維持することができ、ASE および変調信号によって変調されていない入力光を出力しない。

また、請求項 16 に記載の光分岐・挿入装置では、使用されていない挿入装置がある場合でも、その挿入装置における光変調手段の入力光または出力および変調信号をモニタするので、光変調手段の動作点を安定に維持するとともに、その挿入装置から ASE および変調信号によって変調されていない入力光が挿入されない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

請求項 1、請求項 3 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 2】

請求項 2、請求項 3 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 3】

請求項 4、請求項 5 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 4】

請求項 6 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 5】

請求項 7 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 6】

請求項 8 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 7】

請求項 9 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 8】

請求項 1 0 に関し、請求項 1 に光減衰手段を付設した光通信装置のブロック図である。

【図 9】

請求項 1 1 に関し、請求項 1 の光変調手段を変調信号に応じて制御するようにした光通信装置のブロック図である。

【図 1 0】

請求項 1 2 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 1 1】

請求項 1 3 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 1 2】

請求項 1 4 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 1 3】

請求項 1 5 に記載の光通信装置のブロック図である。

【図 1 4】

請求項 1 6 に関し、請求項 1 の光通信装置を光挿入手段として使用した光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 1 5】

第 1 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 1 6】

第 2 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 1 7】

第 3 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 1 8】

第 4 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 1 9】

第 5 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【図 2 0】

従来の動作点制御回路を備えた MZ 変調器のブロック図である。

【図 2 1】

動作点にドリフトが生じた場合の動作を説明するための波形図である。

【図 2 2】

従来の光分岐・挿入装置のブロック図である。

【符号の説明】

- 1 0 光分岐手段
- 1 4 制御手段
- 1 5 光検出手段
- 2 1 光分岐手段
- 2 3 光検出手段
- 2 5 制御手段
- 2 6 変調信号検出手段
- 3 1 光減衰手段
- 3 2 減衰量制御手段

3 3 光検出手段  
3 5 変調制御手段  
4 1 減衰量制御手段  
4 2 変調信号検出手段  
4 5 変調制御手段  
5 0 光減衰手段  
5 5 光変調手段  
6 1 減衰量制御手段  
6 5 変調制御手段  
1 0 7 a ~ e 光挿入回路  
1 1 2 光分岐器  
1 1 4 光分岐器  
1 1 6 P D  
1 1 7 アンプ  
1 1 8 比較器  
1 1 9 スイッチ  
1 4 0 光分岐器 1 4 0  
1 4 1 P D  
1 4 2 アンプ  
1 4 3 比較器  
1 4 4 スイッチ  
1 4 5 抵抗  
1 4 6 抵抗  
1 4 7 F E T  
1 4 8 スイッチ  
1 4 9 F E T  
1 5 0 オペアンプ  
1 5 1 コンデンサ  
1 5 2 オペアンプ

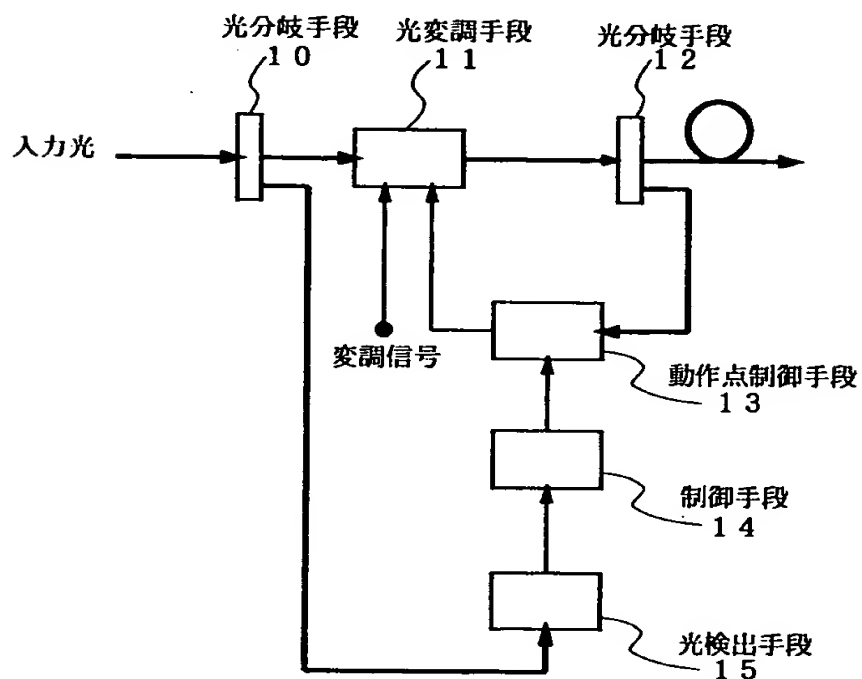


1 6 0 ダイオード  
1 6 1 アンプ  
1 6 1 抵抗  
1 6 3 比較器  
1 6 4 スイッチ  
1 7 0 和算器  
1 7 1 光減衰器  
1 8 0 和算器  
1 8 1 スイッチ

【書類名】 図面

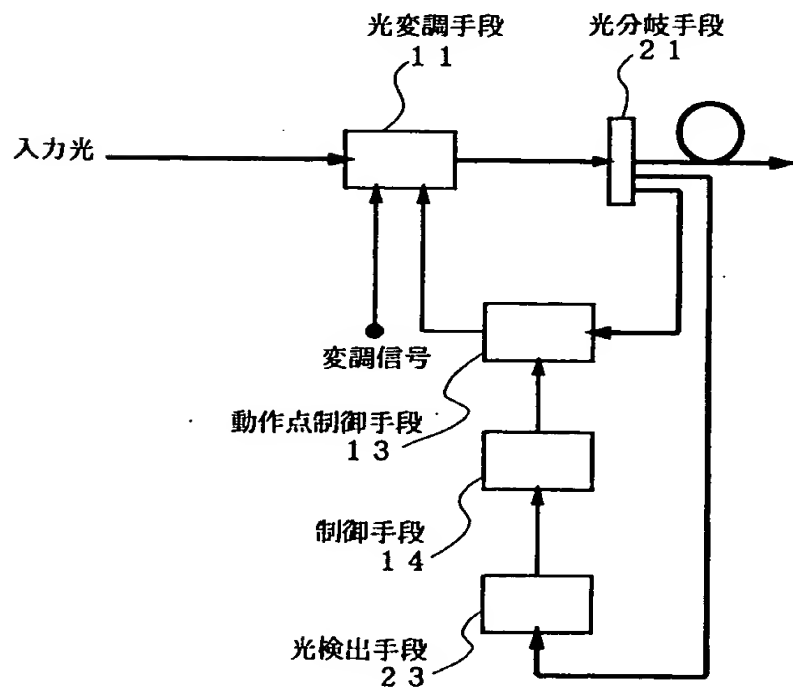
【図 1】

請求項 1、請求項 3 に記載の光通信装置のブロック図



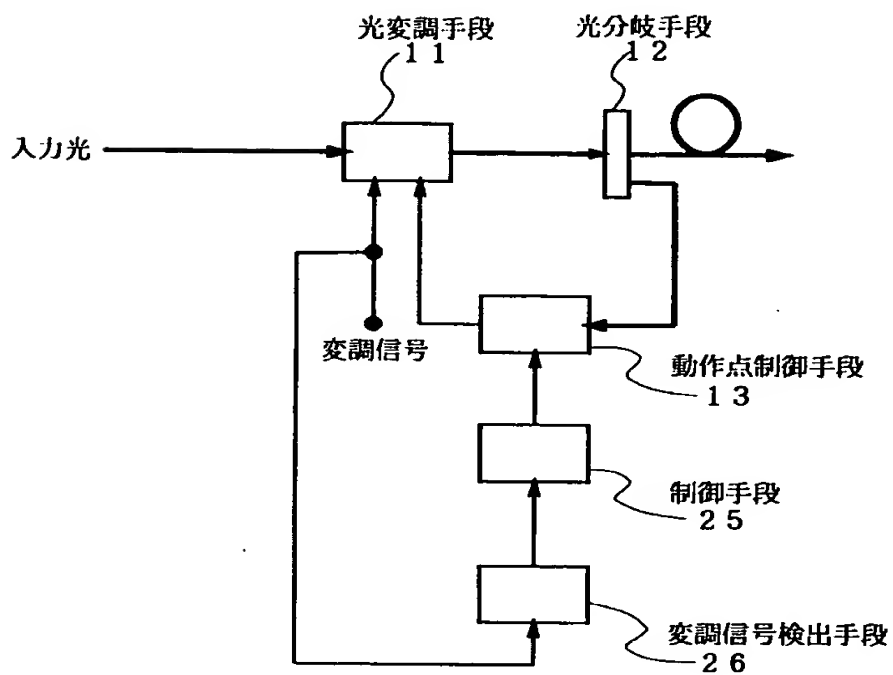
【図 2】

請求項 2、請求項 3 に記載の光通信装置のブロック図



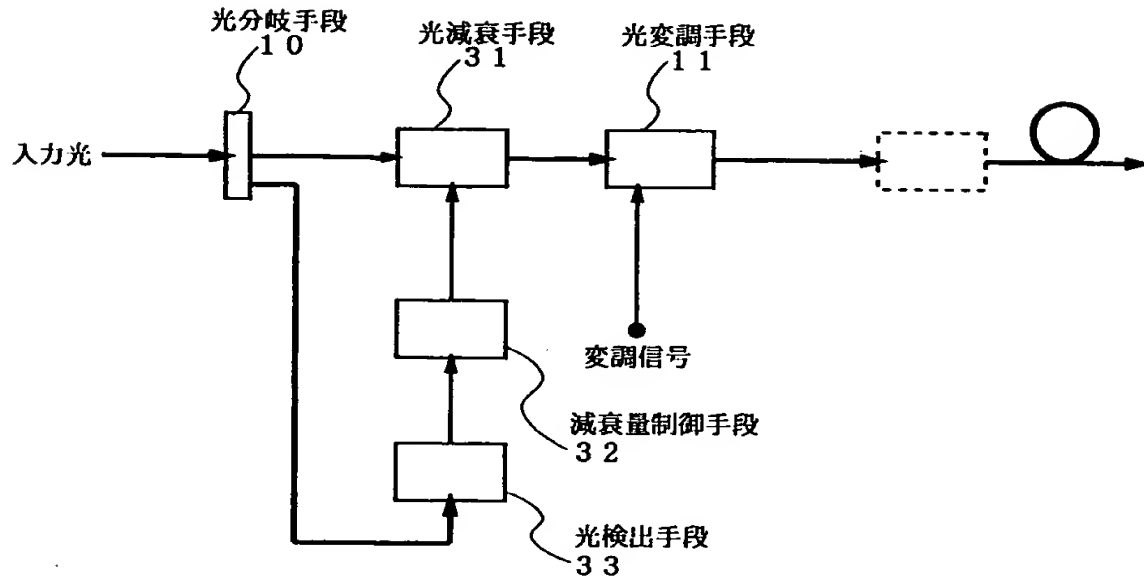
【図 3】

請求項 4、請求項 5 に記載の光通信装置のブロック図



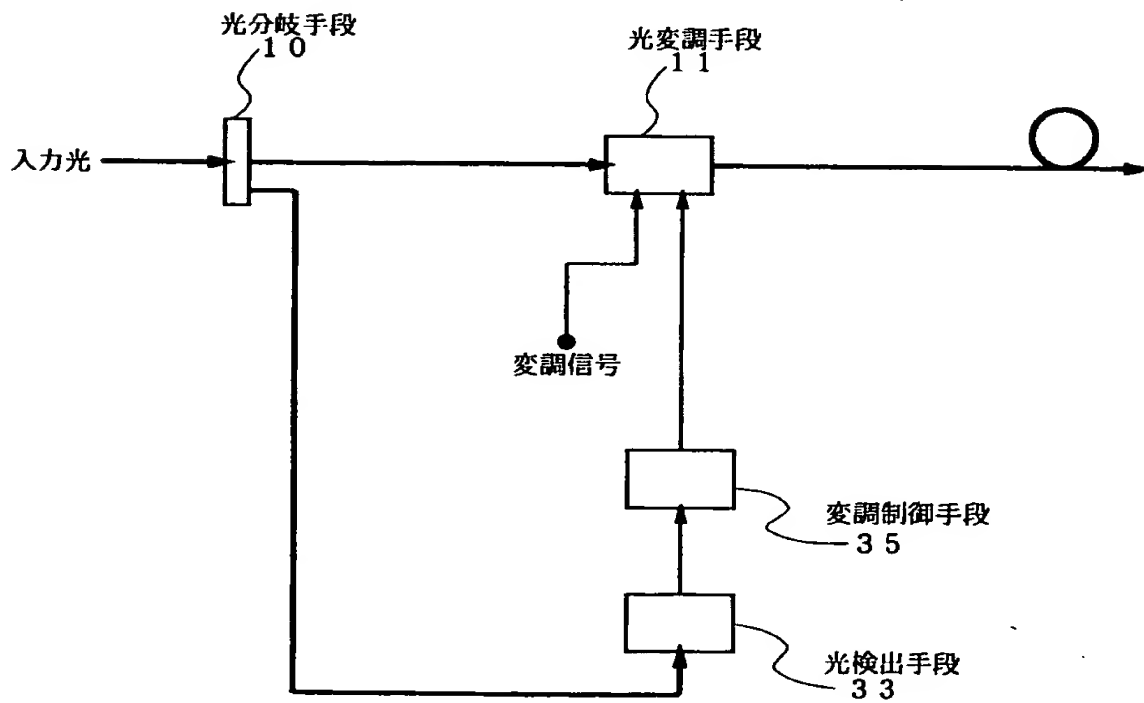
【図 4】

請求項 6 に記載の光通信装置のブロック図



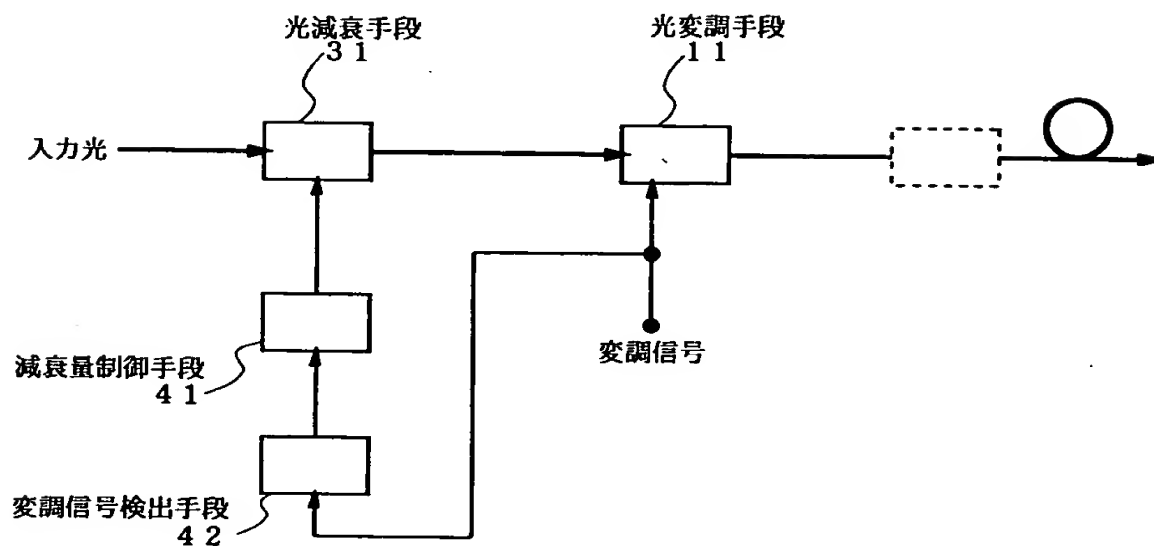
【図 5】

請求項 7 に記載の光通信装置のブロック図



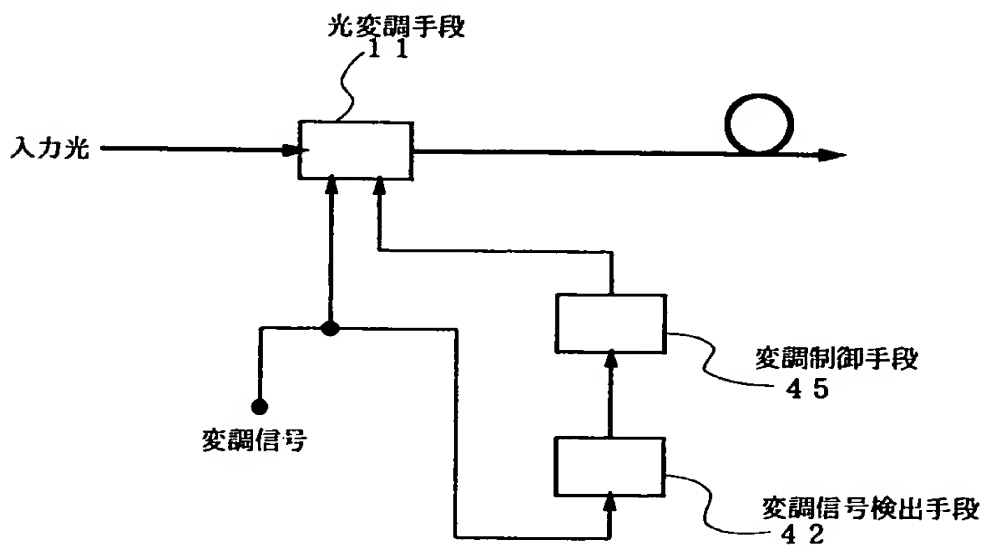
【図 6】

請求項 8 に記載の光通信装置のブロック図



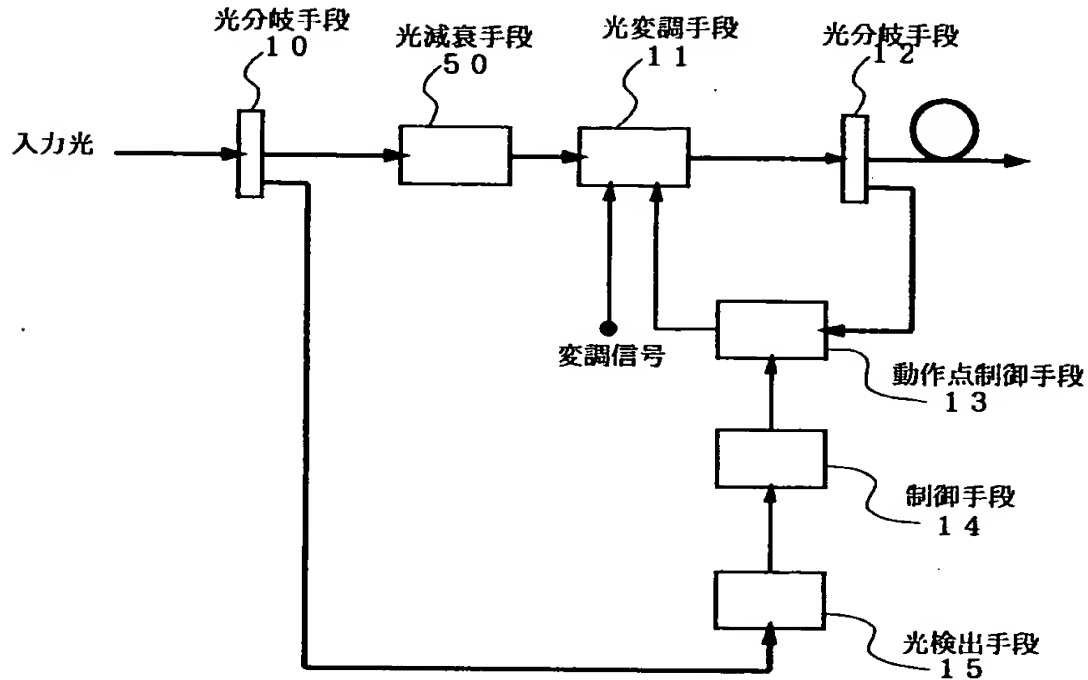
【図 7】

請求項 9 に記載の光通信装置のブロック図



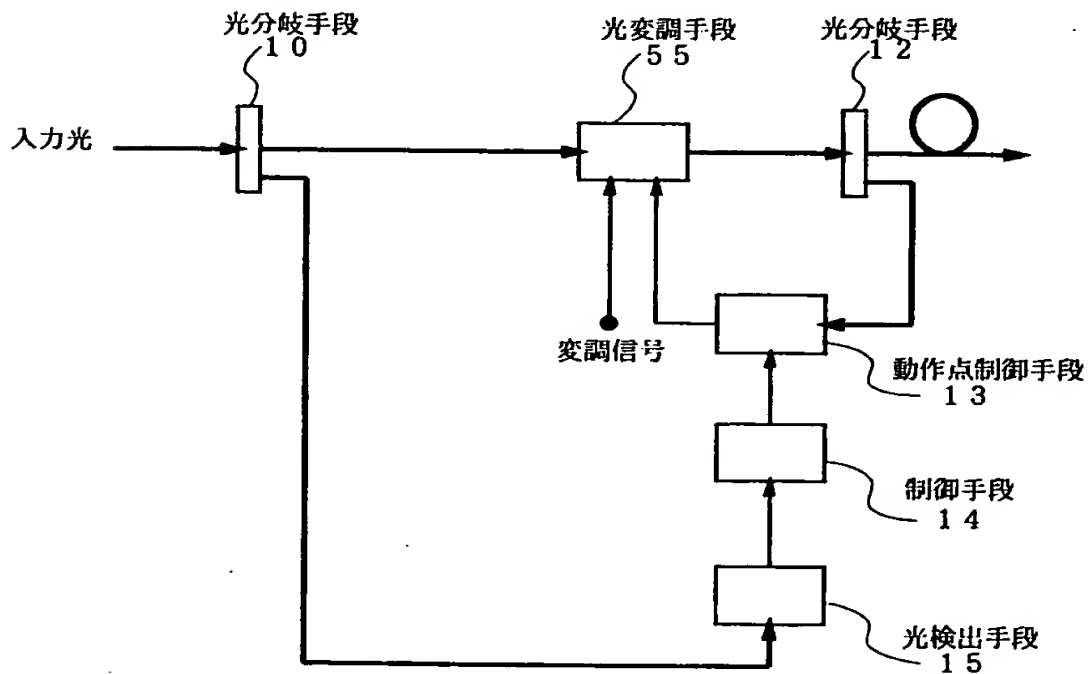
【図 8】

請求項 1 0 に関し、請求項 1 に光減衰手段を付設した光通信装置のブロック図



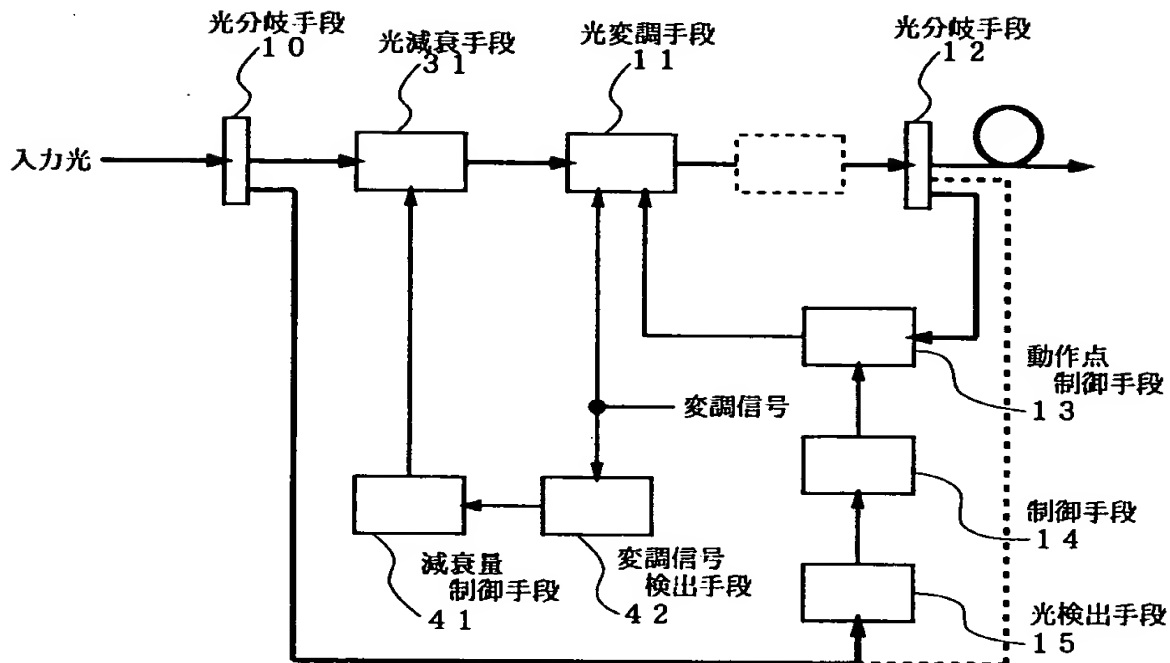
【図 9】

請求項 1 1 に関し、請求項 1 の光変調手段を変調信号に応じて制御するようにした光通信装置のブロック図



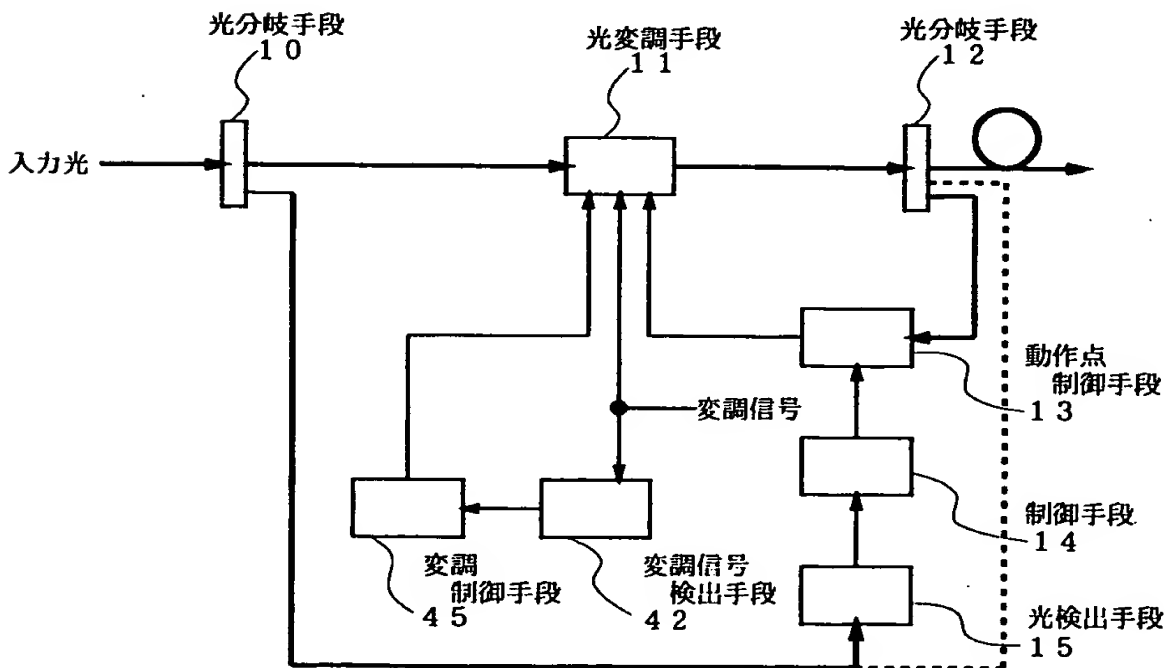
【図 10】

請求項 12 に記載の光通信装置のブロック図



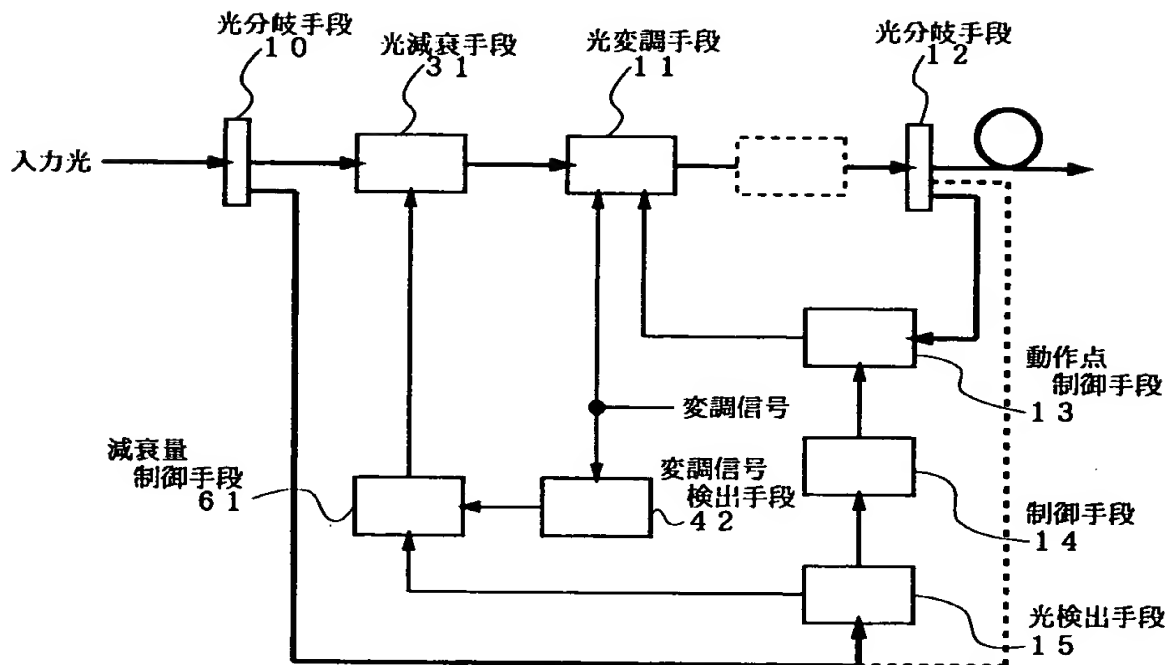
【図 11】

請求項 13 に記載の光通信装置のブロック図



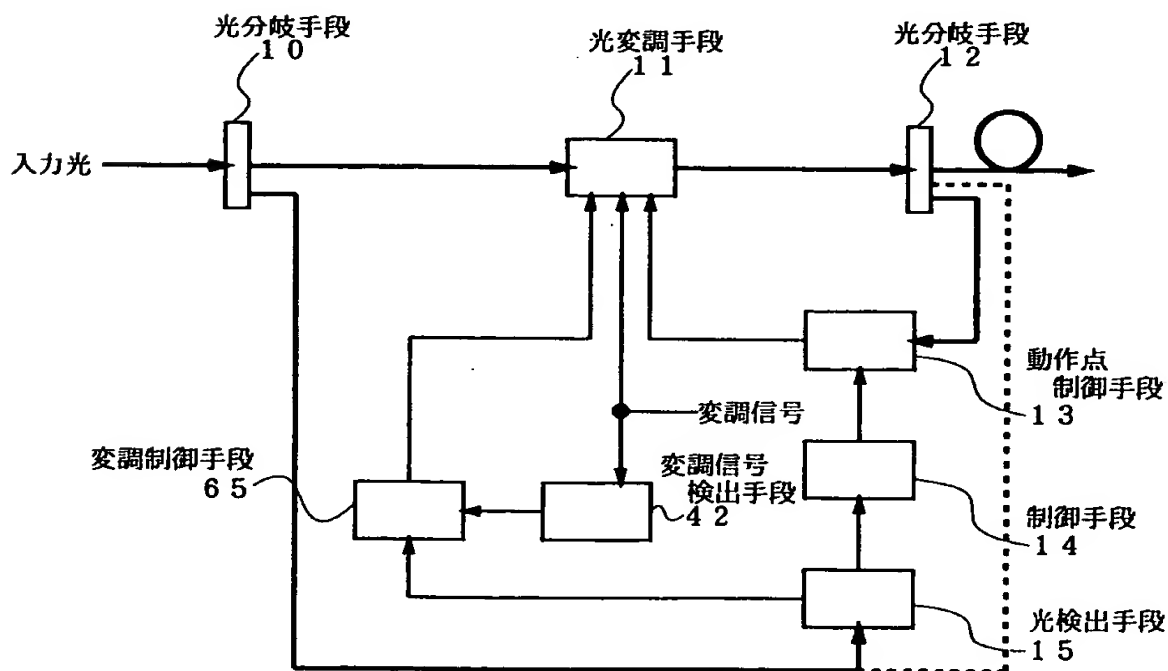
【図 12】

請求項 14 に記載の光通信装置のブロック図



【図 13】

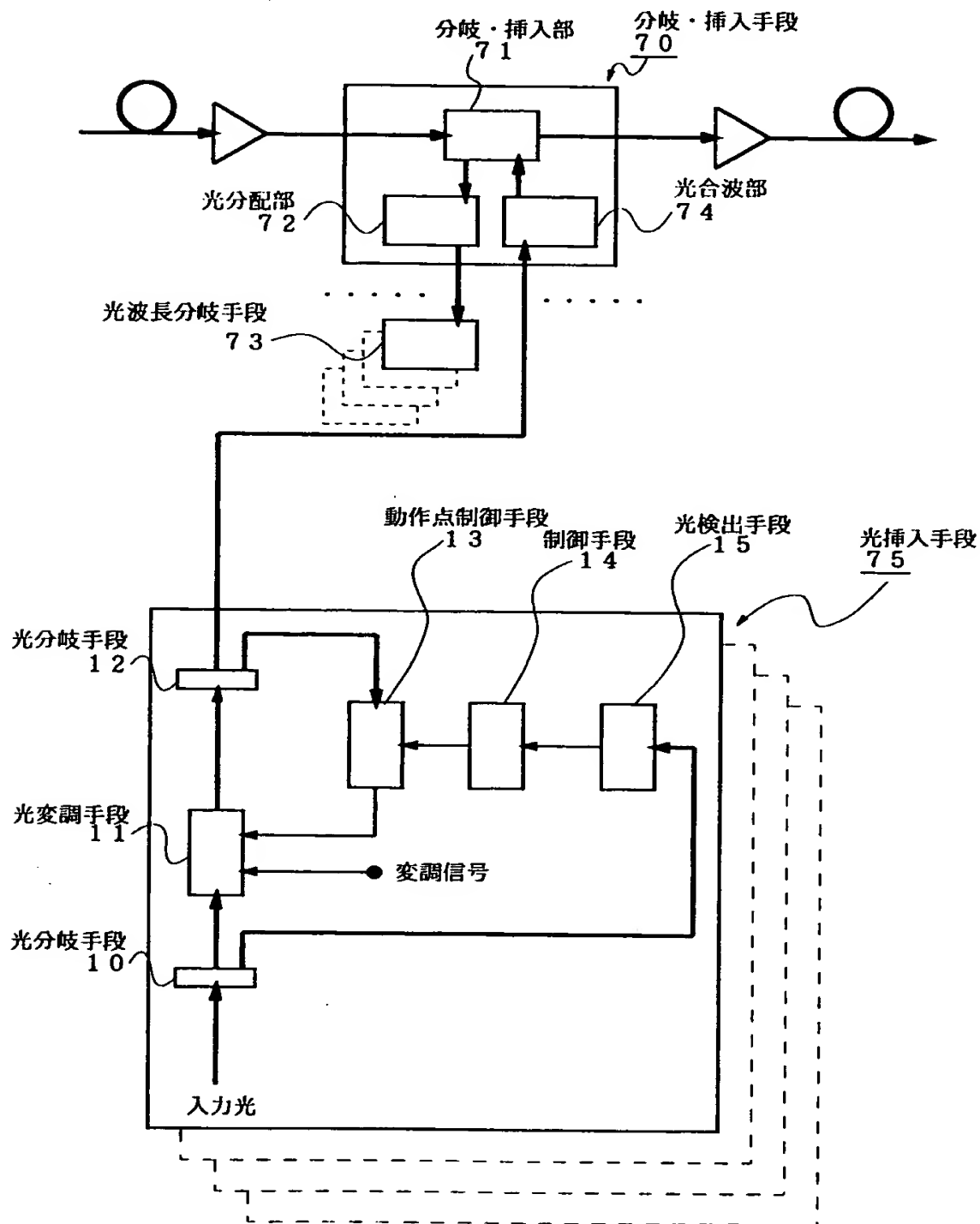
請求項 15 の光通信装置のブロック図





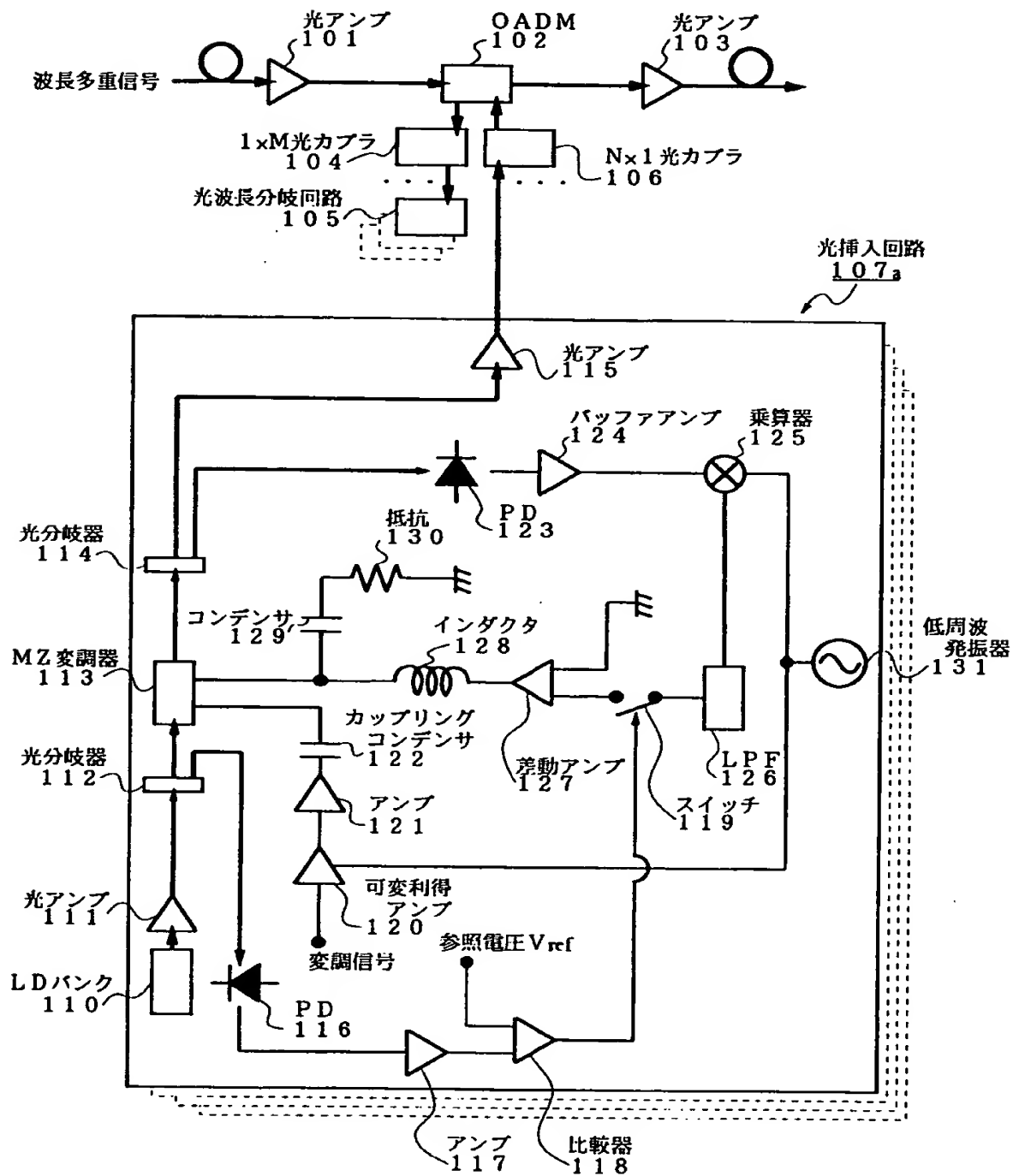
【图 14】

請求項 16 に関し、請求項 1 の光通信装置を光挿入手段として使用した  
光分岐・挿入装置のブロック図



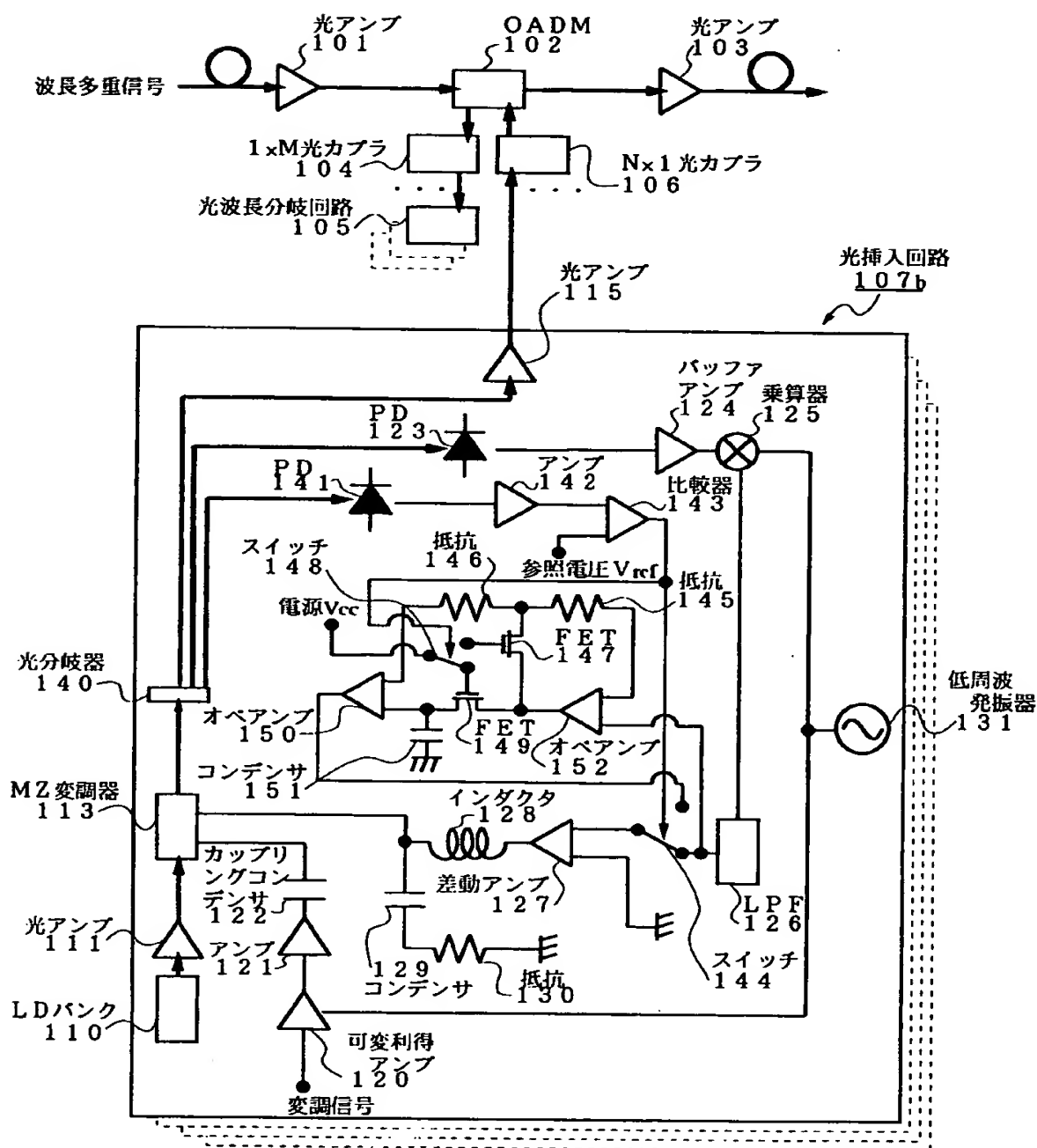
【図 15】

第 1 の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図



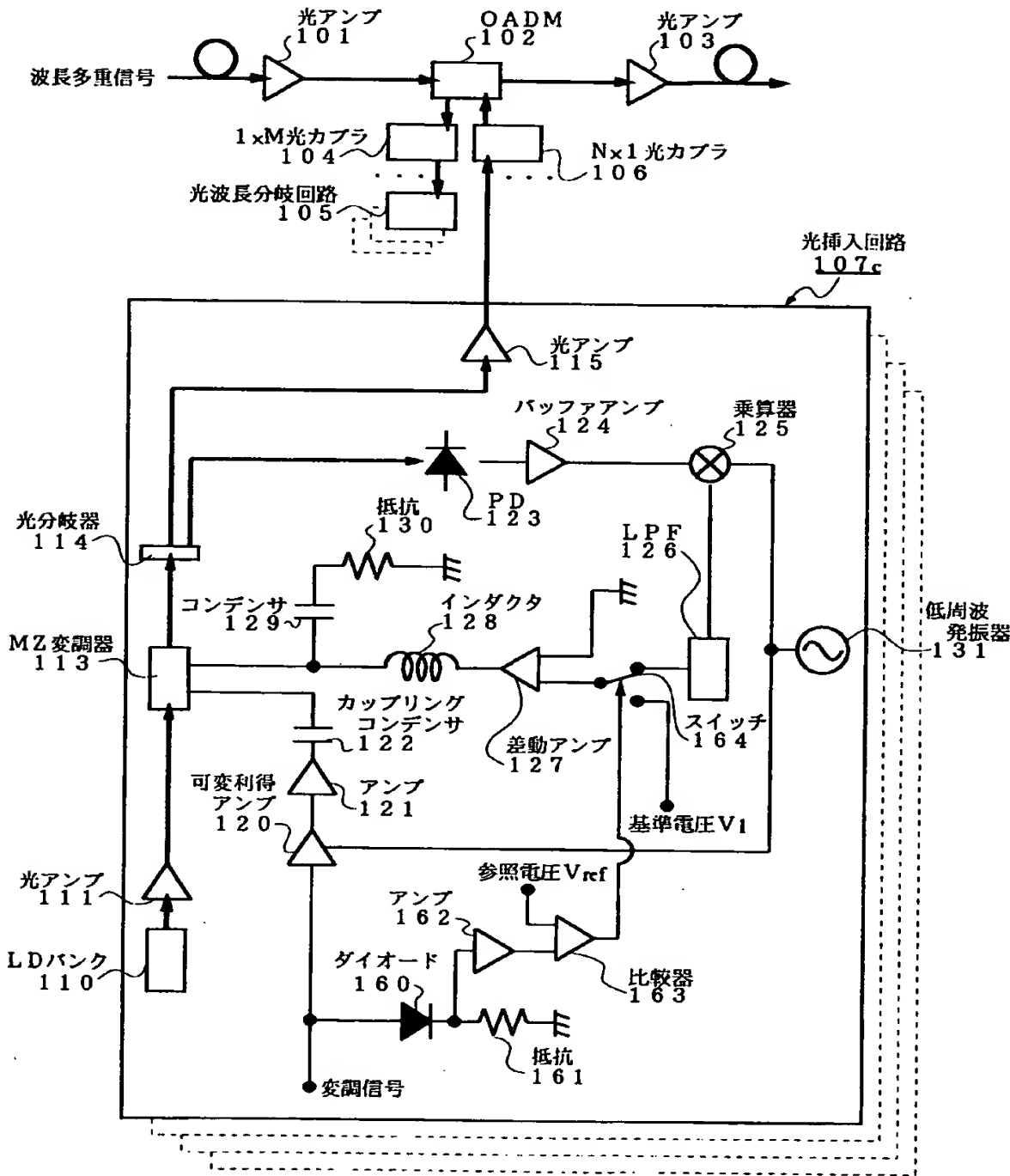
【図 16】

第2の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図



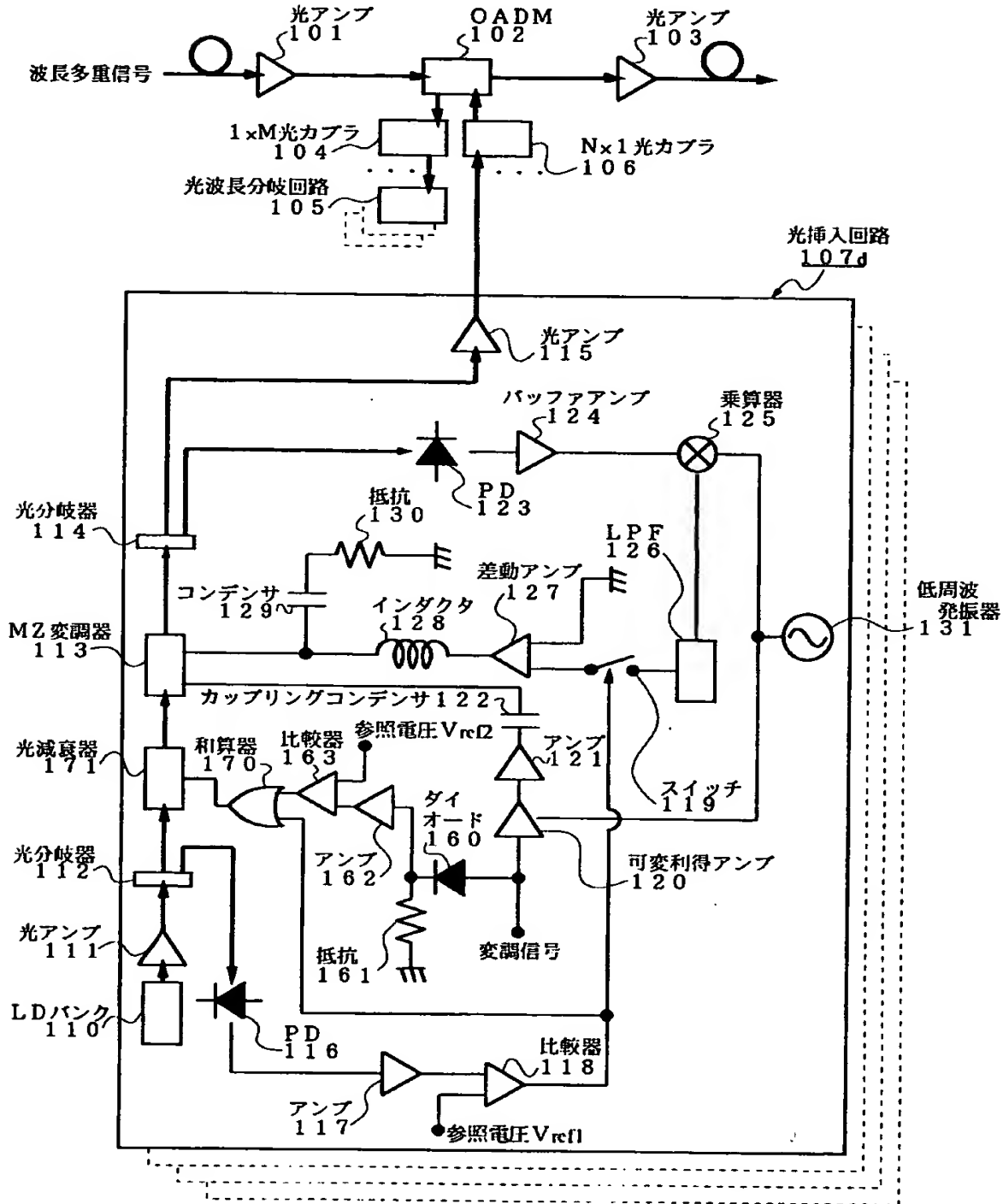
【图 17】

### 第3の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図



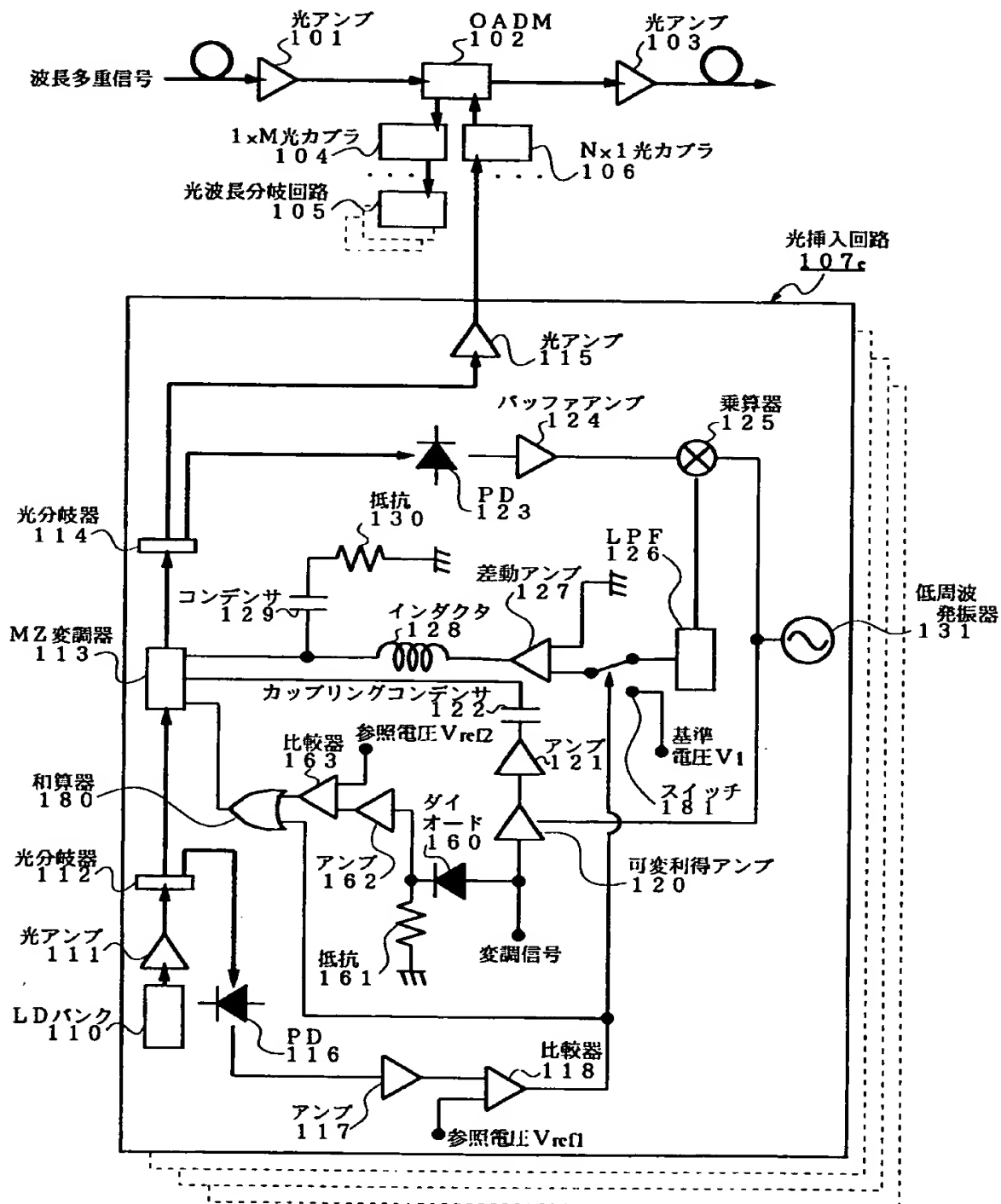
【図 18】

第4の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図



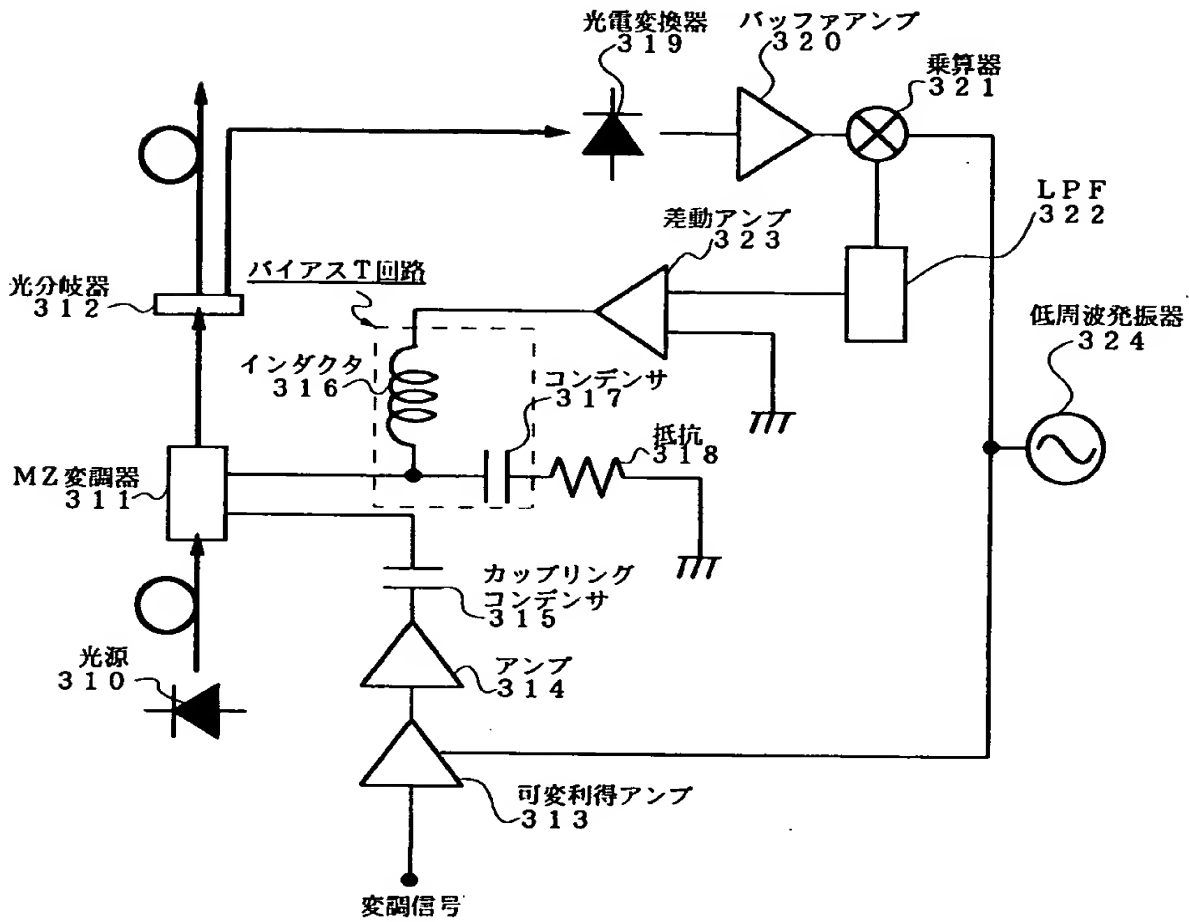
【図 19】

第5の実施形態の光分岐・挿入装置のブロック図



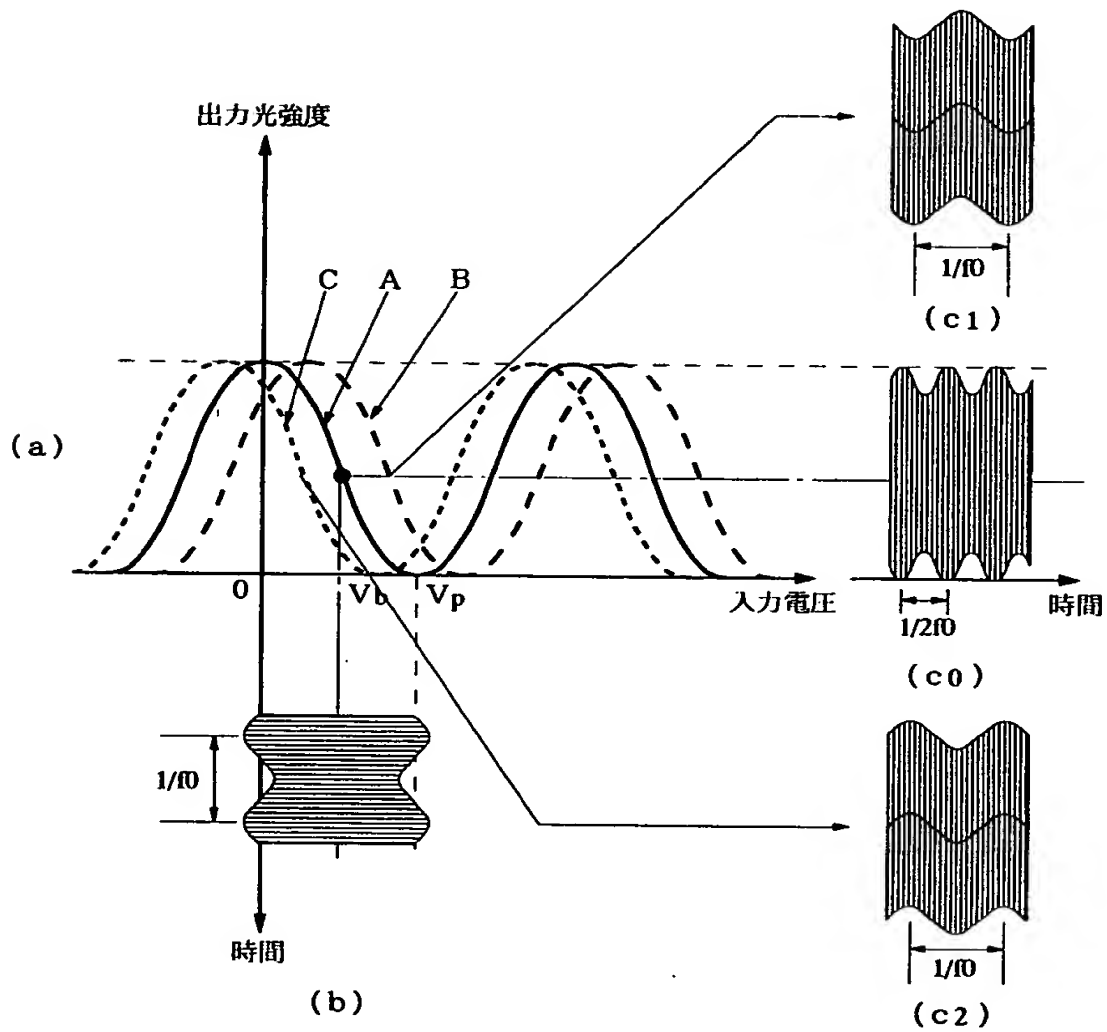
【図 20】

従来の動作点制御回路を備えたMZ変調器のブロック図



【図 2 1】

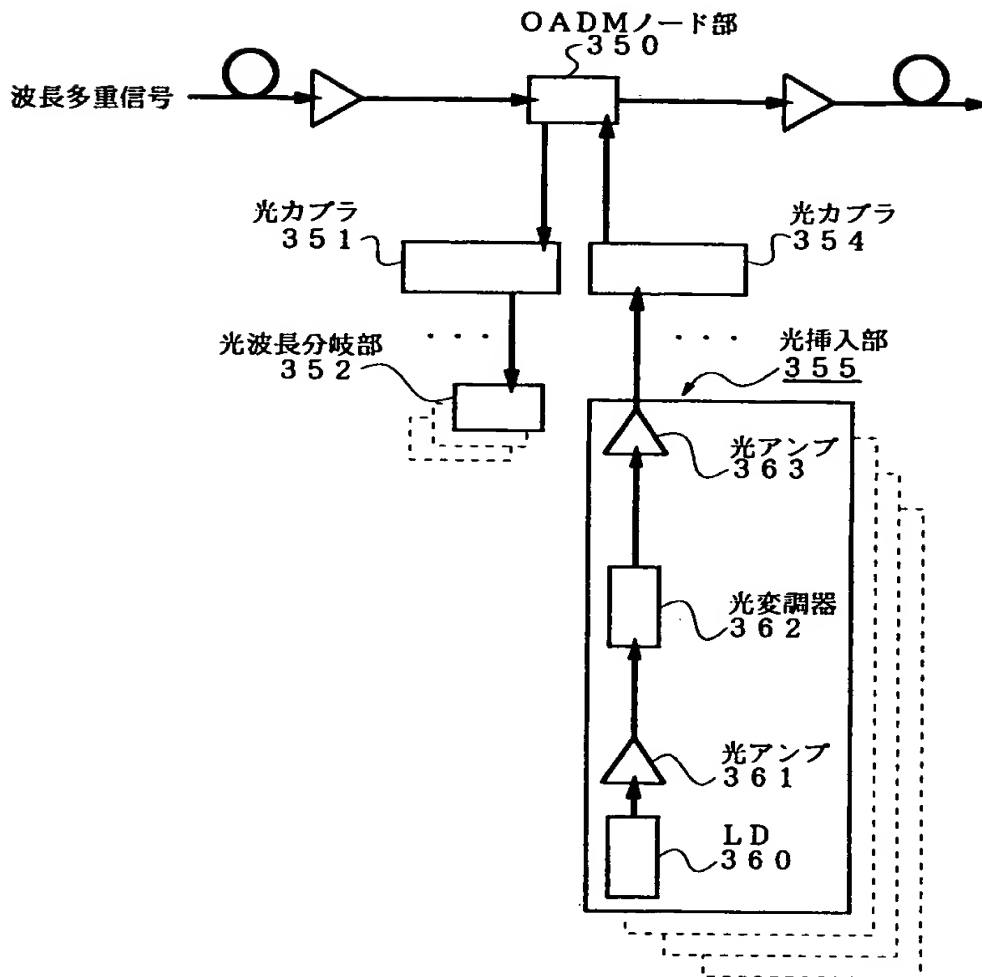
動作点にドリフトが生じた場合の動作を説明するための波形図





【図 2 2】

従来の光分岐・挿入装置のブロック図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、波長多重された光信号を伝送する光通信装置において、入力する光または送出すべき変調信号の有無に拘わらずその動作を安定させる。

【解決手段】 本発明の光通信装置および光分岐・挿入装置において、入力ポートからの入力光は、光分岐手段 1 0 と光変調手段 1 1 と光分岐手段 1 2 とを介して出力ポートに出力される。一方、光分岐手段 1 2 で分岐した分岐光信号は、光変調手段 1 1 の動作点を制御する動作点制御手段 1 3 に入射される。光分岐手段 1 0 で分岐した分岐入力光は、光検出手段 1 5 により光強度が検出され、光検出手段 1 5 は、その光強度に応じた信号を出力する。この信号は、制御手段 1 4 に入力され、制御手段 1 4 は、動作点制御手段 1 3 の動作点を安定に維持することができるように動作点制御手段 1 3 の動作を制御する。これによって入力光などがない場合でも動作点制御手段 1 3 は、安定して動作することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社